BEITRÄGE ZUR GESCHICHTE UND METHODE DES CHEMISCHEN UNTERRICHTS IN DER VOLKSSCHULE

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR ERLANGUNG DER PHILOSOPHISCHEN DOKTORWÜRDE
AN DER UNIVERSITÄT LEIPZIG

VORGELEGT VON

RUDOLF BÖTTGER
AUS BURGSTÄDT

ACAD. LUGD BAT. BIBL.

DRUCK VON B. G. TEUBNER IN LEIPZIG 1906

Angenommen von der mathematisch-naturwissenschaftlichen Sektion auf Grund der Gutachten der Herren VOLKELT und OSTWALD.

Leipzig, den 21. Juli 1905.

Der Prokanzellar: SEELIGER.

FRAU MARIE FEUSTEL

AUS HERZLICHER DANKBARKEIT UND VEREHRUNG

GEWIDMET

Inhalt.

Einleitung.

Seite

Chemie und Physik im Kulturleben der Gegenwart. Notwendigkeit ihrer Verbreitung besonders durch die Volksschule. Hinweis auf Änderungen des Lehrzieles infolge methodischer Fortschritte 1

Erster Teil.

(1. Periode: Vom Ende des 18. bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts.)

Die ersten Anfänge des naturwissenschaftlichen Unterrichts in der Volksschule und ihre Beziehungen zur Chemie. Chemische Tatsachen und Vorgänge werden, zum größten Teile ohne rationelle Auffassung und Begründung, organisch oder mechanisch mit den übrigen naturwissenschaftlichen Unterrichtsstoffen verbunden, dogmatisch nur in Schulbüchern dargestellt, während eine unterrichtliche Behandlung ausgeschlossen ist 3

1. Kapitel.

Der naturgeschichtliche Unterricht — wie er uns in Schulbüchern vorliegt — vermittelt unbeabsichtigt chemische Kenntnisse in Verbindung mit der Mineralogie 5

2. Kapitel.

Er beschreitet in der Technologie das Gebiet der Chemie, ohne aber näher auf ihre Lehren einzugehen 7

3. Kapitel.

Die Naturlehre bietet beabsichtigt, aber nur anhangsweise chemische Erscheinungen dar 9

Anhang: Woraus erkennt man, daß der in den Lehrbüchern gebotene Stoff nicht unterrichtlich verarbeitet wurde? 16

Zweiter Teil.

(2. Periode: Mitte des 19. Jahrhunderts bis zur Gegenwart.)

Die Chemie in der Volksschule auf der Stufe ihrer allmählichen Entwicklung: Anerkennung ihrer Notwendigkeit. Bestreben methodischer Anordnung und Behandlung des Lehrstoffes 18

1. Kapitel.

Die Notwendigkeit chemischer Belehrung im Volksschulunterrichte gelangt nach und nach zu voller Anerkennung. (Warum ist chemischer Lehrstoff in den Lehrplan aufzunehmen?) 18

a) Gründe für die Behandlung der Chemie in der Volksschule. Ihre Aufnahme in den Lehrplan wird geboten α) durch ihren materiellen und β) durch ihren formellen Bildungswert 18

b) Bedenken gegen einen elementaren Chemieunterricht 27

2. Kapitel.

Seite

Die Auswahl und Anordnung des chemischen Lehrstoffs bei den einflußreichsten Methodikern. (Welche Stoffe haben Beachtung gefunden und in welchem logischen Zusammenhange sind sie dem Lehrplane eingefügt worden?) 30
A. Die Chemie als selbständiges Lehrfach 30
a) Die Ordnung des Stoffes folgt der naturhistorischen nach den Elementen . 31
b) Für die Anordnung sind die chemischen Vorgänge und Erscheinungen maßgebend 39
B. Die Chemie als unselbständiges Lehrfach (im Lichte der Konzentration). 46
a) Die Chemie ist Hilfswissenschaft in allen naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächern 49
b) Die Chemie wird der Mineralogie angeschlossen 51
c) Die Chemie in Verbindung mit Physik als Arbeitskunde 53
d) Die Chemie in der Zillerschen Schule 56

3. Kapitel.

Die Form des chemischen Unterrichts. (Wie soll gelehrt werden?) 59
a) Experiment und Naturgesetz 59
b) Theorie und Hypothese 64
c) Terminologie und Zeichenschrift 65

Schluß.

Die Ausbildung des Lehrers 74
Literaturverzeichnis 77

Einleitung.

Neben verschiedenen anderen Wissensgebieten sind es vorzüglich Chemie und Physik, die durch ihre Ergebnisse das Kulturleben des vorigen Jahrhunderts aufs entschiedenste beeinflußt haben und das der Gegenwart in vielen Beziehungen völlig beherrschen. Sowohl auf allen Gebieten des praktischen Lebens, in Industrie, Gewerbe, Ackerbau, Handel und Verkehr, als auch in vielen Richtungen wissenschaftlichen Forschens, in der Physiologie, Medizin und der Biologie, im Leben des einzelnen wie der Gesamtheit kann man heutzutage ihre Dienste nicht mehr entbehren.

Vor allem ist es aber die Chemie, eine der jüngsten aller Wissenschaften, die mit Liebigs Auftreten in Deutschland viele begeisterte Jünger gewann, schnell zu ungeahnter Höhe emporstieg und besonders durch ihre Verbindung mit der Physik in ein ganz neues und hoffnungsvolles Stadium ihres Forschers eingetreten ist. Jahrhunderte lang im Dienste anderer Wissenschaften, hat sie sich, ihre Fesseln zerbrechend, zur Selbständigkeit erhoben, um gleich der Physik alle Gebiete des wissenschaftlichen und praktischen Lebens mit ihren befruchtenden und belebenden Ideen zu durchdringen.

Was nützt es aber, wenn nur wenige sich ihres Besitzes freuen, wenn nicht auch ihre wissenschaftlichen Ergebnisse bis zu gewissen Grenzen zum Gemeingut des Volkes gemacht werden, damit sich dessen Denkart veredle, ein geschärfter Verstand es vor gedankenloser Tätigkeit bewahre und sein Wohlstand sich allmählich mehre! Wie es in anderen Wissenschaften geschieht, so müssen auch die Jünger der Chemie ihre Lehre durch billige, volkstümliche Schriften und Vorträge in die breitesten Schichten des Volkes zu bringen versuchen.

Neben diesen mehr gelegentlichen Mitteln zur Verbreitung chemischer Kenntnisse muß vor allem die Volksschule zur Lösung dieser Frage ihr Bestes tun: Sie ist berufen, die Chemie zu einem materiell- und formellbildenden Unterrichtsfache ihres Lehrplanes mehr und mehr auszugestalten. Kenntnisse zu vermitteln, welche, dem jeweiligen Kulturzustande des Volkes entsprechend, auch zugleich den Geist formal zu bilden vermögen, das kann wohl als eins der allgemeinsten Unterrichtsziele der Gegenwart bezeichnet werden. Daß die Chemie dabei nicht außer acht gelassen werden darf, ist zwar erst spät erkannt worden, wird aber gegenwärtig von niemand mehr ernstlich bezweifelt. Mit der schnellen Entwicklung der Chemie, besonders ihrer gesteigerten Anwendungsfähigkeit auf Agrikultur und Physiologie, ist

ihre Wertschätzung als Unterrichtsfach der Volksschule allmählich gestiegen, hat aber gegenwärtig noch nicht den gebührenden Grad erreicht. Der Grund ist zum guten Teil mit darin zu suchen, daß man sich, nach dem Urteile Herbarts, oft selbst im Kreise gebildeter Männer, doch nicht recht klar darüber ist, was den wahrhaft gebildeten Menschen ausmache. Andererseits muß es als eine schwere Kunst bezeichnet werden, bei der Fülle des zu besprechenden Stoffs und in Anbetracht der geringen Unterrichtszeit besonders in wenig gegliederten Schulen zwischen Natur-, Sprach-, Geisteswissenschaften und technischen Fertigkeiten das rechte Gleichgewicht herzustellen.

Die erneute Verbindung von Physik und Chemie seit dem letzten Drittel des vorigen Jahrhunderts hat sich auch in letzter Zeit in der Methodik des chemischen Schulunterrichts geltend gemacht und findet in der „Schule der Chemie" von W. Ostwald, wenn auch zunächst nur theoretisch, ihre Verwirklichung. Ein Vorschlag so tiefgreifender Umgestaltung des elementaren Chemieunterrichts würde bei seiner praktischen Verwirklichung selbstverständlich mannigfache Rückwirkungen in dem Sinne ausüben, daß so manches aus dem Lehrplane ausgeschieden, vieles gründlicher und unter anderen Gesichtspunkten behandelt, aber auch viele bisher gänzlich unberücksichtigt gebliebene Lehrstoffe neu aufgenommen werden müßten. Diese Wandlungen sind aber mit jedem Fortschritte verknüpft, und es schien mir deshalb — auf eine von Herrn Professor Wagner ausgegangene Anregung hin — als der Darstellung wert, den chemischen Volksschulunterricht in seinen verschiedenen Entwicklungsstadien zu kennzeichnen. Hierbei haben die gebräuchlichsten Lehrbücher, theoretische Ausführungen zumeist namhafter Pädagogen, Schulgesetze und Lehrpläne das wichtigste Material geliefert.

Wir wollen die Entwicklungsgeschichte des chemischen Unterrichts in der Volksschule, im weitesten Sinne als Rücksichtnahme auf irgendwelche chemische Elementarkenntnisse gefaßt, unter möglichster Wahrung eines objektiv-kritischen Standpunktes durchlaufen und dabei zugleich Normen zu gewinnen suchen, auf die sich ein fruchtbringender und dem Stande der Wissenschaft entsprechender Chemieunterricht in der Volksschule zu gründen hätte.

Erster Teil.

(Erste Periode: Ende des 18. bis Mitte des 19. Jahrhunderts.)

Die ersten Anfänge des naturwissenschaftlichen Unterrichts in der Volksschule in ihren Beziehungen zur Chemie.

Sollen die methodischen Fortschritte innerhalb eines Unterrichtsfaches bis zur Gegenwart im rechten Lichte erscheinen, so macht sich ein Zurückgehen bis auf die ersten Spuren seiner unterrichtlichen Behandlung oder auch nur nebensächlicher, zum Teil sogar unbeabsichtigter Verwebung seines Stoffes mit anderen Unterrichtsfächern unbedingt nötig. Man erkennt dann, inwieweit die Didaktik eines Wissensgebietes der wissenschaftlichen Entwicklung desselben zu folgen und dem zumeist damit verbundenen Wachsen seines Wertes für die menschliche Bildung zu entsprechen sich bemüht hat.

Die ersten Anfänge der Chemie in der Volksschule sind in jener Zeit zu suchen, in der die Naturwissenschaften allmählich und zwar in Gestalt sogenannter „gemeinnütziger Kenntnisse" in der Volksschule Eingang fanden. Denn die Chemie, als die Wissenschaft von den Stoffen, ihren Eigenschaften und Umwandlungen, ist als solche schon ein wichtiger Bestandteil aller naturwissenschaftlichen Disziplinen; sie durchdringt sie alle und ist mit ihnen insofern aufs engste verbunden, als eben der Stoff die Grundlage abgibt, an die sich alles naturwissenschaftliche Forschen anschließt.

Die „gemeinnützigen Kenntnisse", denen besonders durch Herzog Ernst den Frommen, Francke[1]) und Rochow die Tür der Volksschule erschlossen ward, und aus denen heraus sich allmählich die Realien im Lehrplane der Gegenwart zur Selbständigkeit erhoben haben, umfassen Unterrichtsmaterial aus den ungleichartigsten Wissensgebieten und waren vor allem dazu bestimmt, den Anforderungen des praktischen Lebens einigermaßen gerecht zu werden. Mitteilungen über die menschliche Seele, den Bau des menschlichen Körpers und über Gesundheitslehre sind neben Physik, Pflanzen-, Tier- und Mineralkunde, den Wettererscheinungen und mancherlei aus der Geologie, Petrographie und Paläontologie in ihnen in reichlichem Maße vertreten. Obwohl

1) In Franckes Pädagogium, nicht aber in der Volksschule, findet sich unter den Realien auch die Chemie, was offenbar auf das Wirken Stahls an der neugegründeten Universität Halle zurückzuführen ist. (Vergl. Progr. der Realschule I. Ordn. am Waisenhause zu Halle 1862/63.)

man sich bemühte, den Unterrichtsstoff möglichst vielseitig und für das spätere Leben des Kindes nutzbringend zu gestalten, ließ man doch bei der unterrichtlichen Behandlung die allgemeinsten Regeln der heutigen Methodik außer acht. Das Lehrverfahren war rein dogmatisch; es bestand darin, daß die den verschiedenen Wissensgebieten zugemessenen Abschnitte des Lehrbuches gelesen, wenn es hoch kam, vom Lehrer ein wenig erklärt und abgefragt, dann aber zur mechanischen Einprägung dem Schüler überlassen wurden. Dieses Unterrichtsverfahren stützte sich auf die gesetzlichen Bestimmungen der vorgesetzten Schulbehörde, die den naturgeschichtlichen Stoff auf ein Minimum beschränkt und ans Lesebuch angeschlossen wissen wollte,[1]) weshalb auch die Lehrbücher der „gemeinnützigen Kenntnisse" mit den Lesebüchern meist vollkommen übereinstimmen: beide enthalten die vorzüglichsten Kenntnisse nützlicher Dinge in einer der wissenschaftlichen Systematik entlehnten Anordnung.[2])

Die rein beschreibende Behandlung der Naturprodukte sollte eine Ergänzung durch die Technologie oder Gewerbekunde erhalten, in der dem Schüler die drei Naturreiche in ihrer praktischen Bedeutung für den Menschen entgegentreten sollten.[3]) Von einem Bestreben, die Naturerscheinungen ohne praktische Zwecke nur nach ihren Beziehungen, nach ihren kausalen Zusammenhängen zu erfassen, um zum Verständnis der Welt als eines großen Organismus zu gelangen, wobei auch die biologischen Naturwissenschaften einerseits und Physik und Chemie andererseits in engste Beziehung treten, kann natürlich in dieser ersten Periode keine Rede sein, da die einzelnen Zweige der Naturwissenschaften an sich noch nicht soweit vorgeschritten waren, daß dies möglich gewesen wäre.

Die Frage, ob in den genannten Fächern der „gemeinnützigen Kenntnisse" sich Beziehungen zur Chemie auffinden lassen, muß dahin beantwortet werden, daß chemische Tatsachen und Vorgänge mit den Naturwissenschaften entweder aufs innigste verschmolzen oder mehr äußerlich mit ihnen verbunden wurden. Sie traten dem Schüler ohne jedwede Veranschaulichung und ohne rationelle Auffassung und Begründung ihres Geschehens entgegen, ohne daß sich der Lehrer zumeist selbst bewußt wurde,

1) „Methodik des deutschen Volksschulunterrichts" von C. Kehr, Band I, S. 231.

2) Vergl. hierzu:
„Lesebuch für Stadt- und Landschulen" von Löffler, Gotha 1815.
„Volksschulenfreund" von Hempel, 15. Aufl. 1830.
„Allgemeines Lesebuch für Elementarschulen" 1832.
„Neuestes Lesebuch" von Eith, 1836.
„Neuester Kinderfreund" von Calinich, Dresden 1845.
„Elementarlesebuch" von Barthel 1851.

3) Außer den Lehrbüchern der Technologie für die Volksschule, die später Erwähnung finden, ist hier Funkes technologisches „Lesebuch für Bürgerschulen" (1. Aufl. 1794, 2. Aufl. 1807) zu erwähnen.

das Gebiet der Chemie beschritten zu haben. In der technologischen Naturgeschichte, die ja zum größten Teile die Bearbeitung der Naturprodukte durch chemische Operationen ins Auge zu fassen hat, und ebenfalls in der Mineralogie, bei deren Einteilung man schon damals die chemische Zusammensetzung der Mineralien mit in Betracht zog, wurden chemische Kenntnisse unbeabsichtigt vermittelt. In der Physik dagegen nahm man Chemisches absichtlich, aber nur insoweit auf, als es in den Kreis dieser Wissenschaft zu gehören schien.

Diese allgemeinen Bemerkungen sind näher auszuführen, und da sie sich in der Hauptsache auf die Theorie beziehen, wie sie uns die Lehrbücher zeigen, soll noch ein Blick in die Praxis des Unterrichts unser Urteil schärfen.

1. Kapitel.

Der naturgeschichtliche Unterricht vermittelt unbeabsichtigt chemische Kenntnisse in Verbindung mit der Mineralogie.

In der Naturgeschichte, die im wesentlichen darauf hinauslief, die drei Naturreiche einigermaßen zu systematisieren und die einzelnen Objekte innerhalb der zugrunde gelegten Einteilung oberflächlich nach Eigenschaften, Vorkommen und Nutzen zu beschreiben, scheiden Botanik und Zoologie für unsern Zweck vollständig aus; denn erst Liebig zeigte die Anwendungsfähigkeit der Chemie auf die Physiologie und stempelte sie somit zu einer unentbehrlichen Hilfswissenschaft der Biologie selbst in der Volksschule.

Die Art der Behandlung der Mineralogie, wie sie sich die meisten Schulmänner der Gegenwart denken, so nämlich, daß auch die chemischen Eigenschaften der Mineralien und besonders die bildenden und zerstörenden Einflüsse der Atmosphärilien in Natur oder durch einfache Versuche dem Kinde zum Verständnis gebracht werden,[1]) um vorzüglich den Schüler der Landschulen zur rationellen Beurteilung des Wertes oder Unwertes, zur verständigen Bearbeitung und Bebauung seines Bodens zu befähigen, dieses Ziel ist dieser ersten Periode selbstverständlich ganz fremd. Die Chemie tritt zur Mineralogie nur durch die wissen-

1) Julius Wagner, „Beiträge zur Frage des naturwissenschaftlichen Unterrichts an den höheren Schulen". Gesammelt und herausgegeben von Max Verworn, S. 53.

Die Elemente der Geologie halte ich für einen „überaus wünschenswerten Gegenstand im Schulunterrichte, seine Bearbeitung ist aber großenteils Sache der Geographen, nicht die des Chemikers. Nur die chemische Geologie oder, was ziemlich dasselbe, die biologische Mineralogie, wird sich bei der Anwendung der Chemie besprechen lassen (Bodenlehre, Erzlagerstätten usw.)" Dieser bildliche Ausdruck „biologische Mineralogie" ist sehr treffend gewählt; denn auch der „tote" Stein hat „Leben", und nur die Betrachtung seiner einzelnen Entwicklungsstadien, seines Werdens und Vergehens sowie die gegenseitige Beeinflussung der organischen und unorganischen Welt in ihren Lebensbedingungen hat allgemeinbildenden Wert.

schaftliche Terminologie in Beziehung. Am deutlichsten zeigt sich dies bei Raff[1]) in der Einteilung und Beschreibung der Salze. Nach der einleitenden Bemerkung, daß die meisten Salze in Wasser löslich seien, geht er zu ihrer Einteilung in saure Salze oder Acida, in Laugensalze oder Alcala und Mittelsalze über. Saure Salze sind ihm die Säuren und verschiedene neutrale Salze (in gegenwärtiger Bezeichnung), wie der Alaun und der Vitriol, deren chemische Zusammensetzung mit folgenden Worten gekennzeichnet wird: „Der Vitriol besteht aus einer Schwefelsäure und aus Kupfer oder Eisen, der Alaun aus einer Schwefelsäure und einer Tonerde." Die Laugensalze werden durch das „Selterssalz", das „Karlsbader Salz", die Pottasche und die „Kräutersalze" (aus Pflanzen gewonnen) und die Mittelsalze durch die Beschreibung des Bittersalzes, des Salpeters, des Kochsalzes, des Borax und des Zuckers charakterisiert. Die Art der unterrichtlichen Behandlung zeigt uns am besten Büschings[2]) Belehrung über den Vitriol:

„Der Vitriol ist ein saures Salz, ist entweder grün (aus Eisen) und macht nebst den Galläpfeln schwarze Tinte, oder blau (aus Kupfer) und wird von den Artzten und Wundärtzten zu verschiedenen Fällen gebraucht, oder weiß (aus Zink) und dient nicht nur zu Firnissen für den Mahler, sondern auch zu Arzeneyen." In ganz analoger Weise werden die wichtigsten brennbaren Körper, die Halbmetalle und Metalle behandelt.[3])

Der Einteilung der Mineralien liegt in allen Lehrbüchern mit nur geringen Abweichungen das System von Wolfersdorf zugrunde, wonach das Mineralreich in Erden, Steine, Erdharze, Salze, Metalle und Halbmetalle zerfällt.[4]) Es wurde hierbei weniger auf die chemischen, als vielmehr auf die physikalischen Eigenschaften Rücksicht genommen. Was annähernd das Aussehen und die Beschaffenheit der gewöhnlichen Garten- oder Ackererde zeigte, wie z. B. der Staub, die verschiedenen Arten des Sandes, der Schlamm der Teiche, Flüsse und Moore, die Malerfarben, die Aschen verkohlter tierischer und pflanzlicher Substanzen, das alles wurde dem Begriff „Erden" subsumiert, dem Kalkstein, dem Gips oder dem Glase ähnliche Mineralien aber als „Steine" beschrieben. So findet man nach chemischen und physikalischen Eigenschaften gänzlich verschiedene Individuen innerhalb der Klassen oder Familien ohne Bedenken koordiniert. Diese, nach dem Standpunkte der chemischen Erkenntnis und pädagogischen Erfahrung unserer Zeit unlogische und unmethodische Anordnung, abrißartige Darstellung, zweckwidrige

1) „Naturgeschichte für Kinder" von M. Georg Christian Raff. 3. Aufl. 1781.

2) „Anton Friedrich Büschings Unterricht in der Naturgeschichte." 3. Aufl. 1791.

3) Brennbare Körper sind Schwefel, Bernstein, Pech, Erd- und Steinöl; zu den Halbmetallen zählen: Hg, Sb, Zn, Bi, Co, Arsenik, Auripigment und Schmalte. Während sie „beim Hämmern zerspringen und im Schmelztiegel davonfliegen", zeigen die edlen und unedlen Metalle diese Eigenschaften nicht.

4) Vergl. hierzu noch: Funke, C. Ph., „Naturgeschichte für Kinder". 4. Aufl. 1817.

Auswahl und Behandlung des Stoffes stellte an das Gedächtnis des Kindes ungeheure Anforderungen und ließ die Kultur des Verstandes ganz und gar außer acht. Inhaltlose Worte, statt Sachen, leere Begriffe für lebendige Anschauungen! Es kann hiermit aber den Verfassern solcher Schulbücher kein Vorwurf gemacht werden; sie benutzten vielmehr das, was die Wissenschaft ihrer Zeit bot, und mußten dabei auch auf die mißlichen Schulzustände Rücksicht nehmen.

Diese unpädagogische Behandlung der Mineralogie in den ersten Zeiten des naturwissenschaftlichen Unterrichts, dieses verständnislose Einprägen der chemischen und physikalischen Eigenschaften der Mineralien und der zum größten Teile chemischen Terminologie des Systems ohne die allereinfachsten chemischen Grundbegriffe hat sich selbst bis weit in unsere Zeit herein in verschiedenen Lehrbüchern erhalten.[1])

2. Kapitel.

Der naturwissenschaftliche Unterricht beschreitet in der Technologie das Gebiet der Chemie, ohne aber näher auf ihre Lehren einzugehen.

Dem Prinzipe der Nützlichkeit für das praktische Leben folgend, suchte man Naturgeschichte und Technologie in wechselseitige Verbindung zu bringen. Das eine Fach sollte dem andern in jeder Beziehung förderlich sein und zu seinem tieferen Verständnis beitragen. Die „technologische Naturgeschichte“ galt als ein gemeinnütziger, höchst wichtiger Unterrichtsgegenstand in Bürgerschulen, weil sie die Verwendung der Naturprodukte und die dabei zu beachtenden Grundsätze zeigte.

Vom kulturhistorischen Standpunkte aus begründete man sie damit, daß der Mensch allein die Fähigkeit besitzt, Naturerzeugnisse in Kunstprodukte umzuwandeln, und daß sich aus dem Grade ihrer Vollkommenheit mit Sicherheit auf den Grad der geistigen Bildung eines Volkes schließen lasse.[2]) Das Problem der menschlichen Arbeitsteilung und die Größe des in der technischen Tätigkeit sich entfaltenden Menschengeistes sollte ein Bildungsmittel der kindlichen Denkkraft

1) Siehe: Lüben, „Naturgeschichte für Kinder in Volksschulen nach unterrichtlichen Grundsätzen bearbeitet“. 1842, 3. Teil: Mineralienkunde. Neubearbeitet von L. Halenbeck (11. Aufl. 1887). „Für Schulen bestimmt, die der Naturgeschichte wöchentlich etwa nur ½ Stunde widmen können.“ Auf der Unter- und Mittelstufe sollen nach ihren Kristallformen geordnete Mineralien unter teilweiser Angabe ihrer chemischen Zusammensetzung und chemischer Vorgänge beschrieben werden. Die Oberstufe bringt eine kurze Belehrung aus der Chemie, klassifiziert die Mineralien in möglichst erschöpfender Weise nach chemischen Gesichtspunkten und durchläuft den Stoff nochmals unter Zugrundelegung des gegebenen Systems. Der Schüler wiederholt den behandelten Stoff solange, „bis er imstande ist, Fragen über die Merkmale der Arten und Gattungen mit Geläufigkeit zu beantworten“.

2) Vergl. besonders „Kurzgefaßte Technologie oder Darstellung der Künste und Gewerbe“. Unbekannter Verfasser 2. Aufl. 1835. (Comeniusbibl. zu Leipzig.)

sein, während man zugleich zu größerer Wertschätzung von Kunst und Gewerbe erziehen wollte.[1]) Gegen diese Ziele wäre wohl im wesentlichen nichts einzuwenden, wenn nur auch die unterrichtliche Behandlung des Stoffes ihnen entsprochen hätte. In der Behandlung technologischer Prozesse folgte man allgemein dem von Loose[2]) ausgesprochenen Satze, daß es genug sei, wenn man wisse, woraus ein Kunsterzeugnis gemacht werde, und wenn man nur einen allgemeinen Begriff vom Entstehen desselben habe. Man ist der Meinung, eine kurzgefaßte Beschreibung der verschiedensten Hand- und Kunstgriffe bei der Umgestaltung der Naturprodukte könne den Geist des Schülers bilden. Daß aber gerade die Technologie dieses Ziel nur erreichen kann, wenn sie auch ihre Operationen, die zum größten Teile chemischer Natur sind, einigermaßen zu begründen vermag, und daß dies wiederum nur bei Voraussetzung einer gewissen Menge chemischer Kenntnisse möglich ist, wurde gänzlich außer acht gelassen.

Was die technologische Naturgeschichte, die entweder als selbständiges Lehrfach gedacht wurde und dann in der Anordnung des Stoffes wie die Naturgeschichte den drei Naturreichen folgen sollte[3]) oder sich der Beschreibung jedes einzelnen Objekts in der Naturgeschichte sogleich anschloß,[4]) in dogmatischer Darstellung durch wiederholtes Lesen dem Schüler darbot, gehörte zum kleineren Teile der mechanischen, zum größeren aber der chemischen Technologie an. Die Verarbeitung der Produkte des Tier- und Pflanzenreiches führte in das Gebiet der organischen,[5]) die des Mineralreiches aber gründete sich auf anorganische Chemie. Man besprach hier besonders die Herstellung im gewöhnlichen Leben, in Industrie, Handel und Gewerbe häufig vorkommender Präparate und Chemikalien in rezeptartiger Weise.

Auch wir sammeln auf den Unterstufen der Volksschule mannigfache technologische Anschauungen im Anschauungsunterrichte, in der Heimat- und Naturkunde.[6]) Die Frage nach den Gründen der einzelnen Vor-

---

1) „Kleine Naturgeschichte in Verbindung mit Technologie für Bürger- und Realschulen" von W. W. Eckerle. 1832.

Hier muß vor allem auch Peter Christian Wilhelm Beuth (1781—1853) genannt werden, der als Geheimrat im preußischen Finanzministerium dem Gewerbefleiße aufzuhelfen suchte. Er veranlaßte die Gründung des Gewerbeinstituts in Berlin und von Provinzialgewerbeschulen, empfahl Fabrikationsmethoden des Auslandes und sorgte für Verfassung und Benutzung technischer Lehrbücher.

2) „Kurzgefaßte Naturgeschichte und Technologie für Schulen und zur Selbstbelehrung" von Johann Heinrich Loose. 1830.

3) Fast alle Technologien für die Schule gründen sich auf die „technologische Naturgeschichte" von C. Ph. Funke 1790.

4) Eckerle, siehe oben.

5) Das Kochen und Braten des Fleisches, die Darstellung des Blutlaugen- und Hirschhornsalzes, die Gerberei, die Gewinnung der Öle, der Stärke und alkoholischer Getränke, das Brennen der Holzkohlen, die Darstellung der Pottasche, des Rußes, des Kampfers und Zuckers. (Aus Loose.)

6) Man denke hierbei an die Besprechung der Witterungserscheinungen, der Gasanstalt, Einfluß der Kälte auf die Gas- und Wasserleitung usw.

gänge, nach den ursächlichen Zusammenhängen muß hier allerdings auch offen bleiben, da sie dieser Stufe der kindlichen Entwicklung nicht entspricht. Wenn sich aber im späteren Alter das Bedürfnis nach tieferer Begründung im Kinde regt, dann muß und kann diesem jetzt entsprochen werden. Die technologischen Vorgänge sind dann, soweit als dies in der Schule überhaupt möglich ist, nach ihrer chemischen Seite hin zu beleuchten. Auf bereits erworbenen einfachen chemischen Anschauungen und Begriffen des Schülers bauend, wird eine rationelle Auffassung der wichtigsten technologischen Vorgänge nicht schwer fallen, und die Chemie findet ein vortreffliches Gebiet zur weiteren Vertiefung und praktischen Anwendung. Eine bloße Konstatierung der Tatsachen will uns somit nur für Unterklassen angemessen erscheinen. Eine derartige Behandlung folgt der geschichtlichen Entwicklung der Technologie. Die einzelnen Tatsachen bei technologischen Prozessen waren sehr frühe bekannt, aber die Gründe des Geschehens wurden erst mehr oder weniger spät in dem Maße erkannt, als es eben die Entwicklung der chemischen Kenntnisse zuließ. Trotzdem später Lüben für ein kausales Erfassen technologischer Vorgänge durch den Schüler eintrat, hat sich darin noch nicht viel gebessert,[1]) weil man gegenwärtig die Chemie noch zu stiefmütterlich behandelt. Bei der mehr äußerlichen, nur tatsächlichen Behandlungsweise der Gewerbekunde in der Oberklasse ist die Selbsttätigkeit der Schüler ausgeschlossen, weil ein vernünftiges Schließen infolge mangelnder Apperzeptionen zur Unmöglichkeit wird.

3. Kapitel.

Die Naturlehre bietet beabsichtigt, aber nur anhangsweise, chemische Erscheinungen dar.

Wenn so auch bisher die vielfachen in der Natur der technologischen Naturgeschichte begründeten Beziehungen derselben zur Chemie nicht umgangen wurden, so war ihre Darbietung doch keineswegs beabsichtigt und gab auch nicht Anlaß zu mittelbaren Belehrungen aus dem Gebiete der Chemie. Diese Absicht aber ist zu erkennen in naturgemäß engen Grenzen in der Naturlehre, die, ganz besonders schon von Ernst dem Frommen für die Volksschule gefordert, nach und nach zu einem wichtigen Fache der gemeinnützigen Kenntnisse gemacht wurde. Die Lehrbücher derselben widmeten auch ihr wie den übrigen naturgeschichtlichen Disziplinen einen besonderen Abschnitt.[2]) Daneben entstand eine ganze Reihe Lehrbücher, die den physikalischen Stoff gesondert bearbei-

1) O. M. Seidel, „Ergebnisse und Präparationen für den Unterricht in der Naturkunde". 8 Bände, 1890—98. Gewerbekunde: Schießpulver, Gerberei, Brotbacken, Bierbrauerei usw.

2) „Hoffmanns Unterricht von den natürlichen Dingen", bearbeitet von Nicolai. 16. Aufl. 1809.

teten, und dem Vorbilde der für Universitäten[1]) und höhere Schulen[2]) bestimmten Leitfäden folgend, einzelne Kapitel aus der Chemie ihrem Lehrgange einfügten. In der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts waren es besonders drei Schriften, die man sich in gehobenen Volksschulen zu Führern wählte[3]): „Die Naturlehre für Bürger- und Volksschulen von J. G. Melos[4])", Diekmanns „Naturlehre in katechetischer Gedankenfolge als Gegenstand der Verstandesübung und als Anlaß zur religiösen Naturbetrachtung"[5]) und die „Volksnaturlehre" von Hellmuth[6]), die uns in ihren späteren Bearbeitungen durch Fischer (10. Aufl. 1843) ein gewisses Übergangsstadium zur zweiten Periode insofern zu charakterisieren scheint, als sie den physikalischen und den damit verbundenen chemischen Unterricht mehr auf experimentelle Grundlage zu stellen sucht. Dieses Streben gibt sich überhaupt mehr und mehr zu erkennen, wie auch die Lesemethode allmählich der katechetischen Behandlung der Naturwissenschaften Platz zu machen scheint.

Als typisch für die Behandlung der Physik unter den „nützlichen Kenntnissen" muß der vorgenannte Lehrgang von Hoffmann-Nicolai angesehen werden. Obwohl bei der Einteilung der Naturwissenschaften die „Chemie oder Scheidekunst, welche die Körper der drei Naturreiche in ihrer Mischung und Zusammensetzung der Grundstoffe betrachtet", als wichtiger Zweig derselben erwähnt wird, bleibt sie doch von einer gesonderten Behandlung ausgeschlossen und mit der Naturlehre verwoben. Mit der allgemeinen Stofflehre, der Betrachtung der Körper nach ihrer Ausdehnung, Porosität, Undurchdringlichkeit, Teilbarkeit usw., mit welcher sich die Chemie ebenso beschäftigen muß wie die Physik, hat nach Nicolai der Unterricht zu beginnen. Denn man müsse die Körper nach ihren äußeren und inneren Eigenschaften kennen lernen, um die allgemeinen Tatsachen über das Weltgebäude, die Erde, die Sterne und die vier aristotelischen Elemente: Erde, Wasser, Luft und Feuer, denen er die Licht-, elektrische und magnetische Materie angliedert, recht zu verstehen.

Auch die meteorologischen Vorgänge, besonders die wässerigen Lufterscheinungen[7]) (Regen, Schnee, Reif, Tau usw.) gehören zum guten Teile ins Gebiet der Chemie.

Bei der Betrachtung der „vier Elemente" wird einer großen Menge chemischer Tatsachen und Vorgänge Erwähnung getan. Als Ergebnisse

1) „Grundriß der Physik als Vorbereitung zum Studium der Chemie" von Trommsdorff 1817.

2) Lehrbuch der Physik von Friedrich Kries, 4. Aufl. 1827.

3) „Geschichte der Methodik" von Kehr, I. S. 265.

4) Melos war Seminarlehrer in Weimar, 1. Auflage seines Werkes 1819. Wir benutzten die 2. Auflage von 1822.

5) Als Seminarlehrer in Tondern gab Diekmann sein Lehrbuch zuerst 1826 heraus. Unseren Ausführungen liegt die 2. Ausgabe von 1838 zugrunde.

6) Sie erschien nach Kehr (S. 265) bereits um 1800.

7) Man teilte die Lufterscheinungen gewöhnlich in wässerige, glänzende und feurige ein.

der Wissenschaft werden die Tatsachen, daß die verschiedenen Erden und Steine zusammengesetzter Natur seien, die Zerlegung des Wassers durch den galvanischen Strom, der Einfluß der Kälte und Wärme auf das Wasser von den Schülern auswendig gelernt. Während die Besprechung des Feuers Gelegenheit bietet, auf die Entstehung der Wärme auch durch chemische Vorgänge, die Bedingungen des lebhaften Brennens oder Verlöschens hinzuweisen, schließt sich an die Erörterung der Eigenschaften der Luft die einiger Gasarten an, die nach ihrem natürlichen Vorkommen, ihrer künstlichen Darstellung, ihrem Nutzen oder Schaden für den Menschen gekennzeichnet werden.

Versuche sind noch gänzlich ausgeschlossen, und auf eine vollständige Erklärung chemischer Vorgänge, wie z. B. die Bildung von Kohlensäure aus Kreide und Säure, ihre Verbindung mit gebranntem Kalk, die Bildung des Wasserstoffs beim Durchleiten von Wasserdampf durch glühende Röhren usw. wurde gänzlich verzichtet. Man begnügte sich mit den nackten Tatsachen, ohne die Fragen nach dem Wie? und Warum? auch nur zu streifen.

Durch die Absonderung der Physik von den gemeinnützigen Kenntnissen wurde eine größere Pflege der ersteren ermöglicht, und darum besserten sich die Zustände nach und nach eben infolge der gesonderten Bearbeitung des physikalischen Lehrstoffes, der auch die Chemie mit in sich begriff, und den man mehr den Erfahrungen des Schülers im gewöhnlichen Leben anzupassen suchte. Es sollte das Volk vernünftig gemacht und vor schädlicher Gedankenlosigkeit bei seiner Arbeit bewahrt werden, weshalb Diekmann (S. VI) vorschlägt, die Naturlehre „zu einem Gegenstand der durch die bestehende Schulordnung vorgeschriebenen unmittelbaren Verstandesübungen“ zu machen. Der Schüler soll angehalten werden, außerhalb des Unterrichts physikalische und chemische Vorgänge zu beobachten; die Klärung und Begründung dieser Beobachtungen soll dem Unterrichte, in einer Kette von kausalen Zusammenhängen bis zur Ursache des Geschehens fortschreitend, im wesentlichen zufallen. Nicht allein auf das Was? sondern ganz besonders auf das Wie? Wozu? Warum? ist das Gewicht zu legen, eine Forderung, die erst durch Diesterweg in weitere pädagogische Kreise gebracht wurde.[1])

Selbstverständlich kommen auch der Behandluug der chemischen Lehren diese vorzüglichen pädagogischen Ideen mit zugute. Die dogmatische Darstellung wird allmählich zurückgedrängt, aber bei der Erläuterung chemischer Vorgänge bedient man sich auch wissenschaftlicher Theorien und Hypothesen. Eine Erweiterung des Lehrstoffes tritt durch Aufnahme von Dingen ein, die der allgemeinen Chemie angehören.

1) Diekmann (S. VI): „Die Fragen: Woher? warum? und wozu das? sind es nach genauer An- und Durchsicht der Erscheinung selbst hier stets, auf deren möglichst befriedigende Beantwortung die in der Jugend zuvor aufgeregte Wißbegierde hingeleitet wird.“

Da die Chemie mit der Physik innig verbunden ist, werden ihre Ziele ebenfalls durch allerhand unberechtigte Nebenzwecke beeinträchtigt. Der Kreislauf des Stoffes veranlaßte Melos in paränetischer Weise auf die Güte und Allmacht des Schöpfers hinzuweisen.[1]) Der Unterricht sollte wesentlich religiösen Interessen, der Förderung des Glaubens und dem Kampfe gegen den Unglauben[2]) dienen. Erzählungen, allerhand Neuigkeiten und Kuriositäten waren dazu berechnet, den Schüler zu unterhalten und zu ergötzen.[3])

Die Erklärung chemischer Vorgänge unter Benutzung chemischer Theorien und Hypothesen tritt uns zum ersten Male in der Naturlehre des Melos entgegen. Dabei zeigt sich deutlich, daß er mit den wissenschaftlichen Fortschritten seiner Zeit nicht Schritt zu halten vermocht hatte. Die Wirkung des Schießpulvers führt er auf den spiritus igno- oder nitroaëreus des John Majow[4]) zurück, und die Bezeichnungen der Gase, des Sauerstoffs als „dephlogistisierte“ und des Stickstoffs als „phlogistisierte Luft“ kennzeichnen sein Festhalten an der Theorie Stahls, selbst noch in einer Zeit, in der man sie schon seit Jahrzehnten auch in Deutschland als völlig aufgegeben bezeichnen muß; denn die hervorragendsten Vertreter der Wissenschaft, unter ihnen Klaproth und Helmholtz, hatten sich schon seit vielen Jahren für die Lehre Lavoisiers[5]) offen ausgesprochen. Aus anderen Stellen muß man aber auch auf seine Bekanntschaft mit diesen neuen Ideen schließen, da er die Verbrennung auch auf den Verbrauch des Sauerstoffs zurückführt. Dem allgemeinen methodischen Grundsatze: Die Behandlung des Unterrichtsstoffes muß möglichst dem jeweiligen Stande der Wissenschaft entsprechen, wird Melos nicht gerecht und verwirrt zudem den kindlichen Geist durch diese Unentschiedenheit im Gebrauch der

1) Melos (S. 87): „Eine Menge schädlicher Ausdünstungen erfüllt also täglich unsere atmosphärische Luft, und bald würde sie zur Erhaltung des Lebens ganz untauglich sein, wenn nicht der weise Urheber der Welt dafür gesorgt hätte, daß durch die große Menge Wasser auf der Oberfläche der Erde die mephitische Luft eingesogen und dadurch unschädlich gemacht würde. Auch tragen die grünen Bäume und Pflanzen, diese großen Werkzeuge der Natur, zur Reinigung der Atmosphäre gleichfalls das ihrige bei.“

2) Das matte Brennen der Lichter in Krankenstuben deute auf den nahen Tod des Kranken hin. (Melos S. 68).

3) Ganz ausführliche Beschreibung der ersten Luftschiffahrt im Anschluß an den Wasserstoff. Wilmsen erzählt in seinem „Kinderfreund“ (S. 149) eine lange Geschichte von einem Manne, der an dem Geruch trocknender Wäsche starb, Fischer in „Hellmuths Volksnaturlehre“ S. 242 von einer „Selbstverbrennung“ (Selbstentzündung und Vernichtung des menschlichen Körpers), hervorgerufen durch Einreibung mit Kampferspiritus, und schließt daran eine Warnung vor dem Genuß alkoholischer Getränke an.

4) John Majow (1645 – 1679) hatte festgestellt, daß sich durch Erhitzen des Salpeters ein Gas erhalten lasse, von dessen Identität mit der die Verbrennung unterhaltenden Luft er überzeugt war. Melos teilt dem Schüler mit, daß im Salpeter eine große Menge zusammengepreßter Luft enthalten sei. Bei der Entzündung der Kohle und des Schwefels würde sie durch Zerreißen der kleinsten Salpeterteilchen frei, dehne sich aus und schleudere das Geschoß fort.

5) Lavoisiers epochemachendes Werk „Traité élémentaire de chimie —“ war bereits 3 Jahre nach seinem Erscheinen 1792 von Herbstädt ins Deutsche übersetzt worden.

Theorie. Diese und noch viele andere[1]) sachlich unrichtige Darstellungen, wie wir sie auch in den Lehrbüchern der gemeinnützigen Kenntnisse finden, erklären sich aus dem Mangel zuverlässiger, für Laienhände bestimmter Lehrbücher. Die oft fast wörtlich übereinstimmenden Schulbücher weisen auf ein krasses Plagiatentum hin, wodurch wesentliche methodische Fortschritte zur Unmöglichkeit wurden. Melos sagt selbst: „Ich schreibe mir kein weiteres Verdienst zu, als daß ich aus den vorhandenen Quellen das für den Bürger und Landmann Nützliche und Brauchbare oft mit den eigenen Worten des Verfassers herausgehoben, zusammengestellt und mit der Bibel womöglich in Verbindung gebracht habe, um es zum eigentlichen Volksbuch zu machen.“ (Einleitung S. VI.)

Die bei Melos oberflächlich beschriebenen Versuche sind nicht zur Ausführung, sondern lediglich zur Illustration des dargebotenen Stoffes bestimmt; dazu dienen ihm auch hier und da kleine Erzählungen.[2])

Durch eine der Zeit entsprechende und sachlich wesentlich richtigere Darstellung und Erklärung chemischer Vorgänge, besonders der für das Verständnis der Chemie grundlegenden Verbrennungserscheinungen nach der Theorie Lavoisiers, und durch die Aufnahme wichtiger Lehren aus dem Gebiete der allgemeinen Chemie erfuhr der Lehrstoff durch Diekmann nach Umfang und Inhalt eine Erweiterung. Im zweiten seiner konzentrischen Lehrgänge der Physik werden die Vorstellungen von den bereits im ersten besprochenen allgemeinen Eigenschaften der Körper vertieft und die Kräfte der Kohäsion, Attraktion und Adhäsion, weil von innen wirkend, als chemische Kräfte zur Erklärung der Dichte, Härte und Weichheit, des gasförmigen, flüssigen und festen Aggregatzustandes benutzt. Seine Versuche[3]) sind zur Ausführung bestimmt, dienen aber nur gelegentlich als Anschauungsmittel, nicht aber, wie sich in der nächsten Periode zeigen wird, einer strengen logischen Induktion. Er zeigt zwar das Bestreben, anschaulich darzustellen, macht sich aber vieler Mißgriffe in der Wahl der Deduktionsmittel und Analogien schuldig. Eine chemische Verbindung ist ihm ein Gemisch, „bei dem die Bestandteile so ineinander eingedrungen sind, daß sie zusammen einen ganz anderen Körper mit

1) Tiere leben im Sauerstoffe sechsmal länger als in gewöhnlicher Luft. Wer in solcher Luft atme, empfinde eine besondere Leichtigkeit und Behaglichkeit; er fühle sich wie neugeboren, schlafe vorzüglich und habe einen entzückenden Appetit. Stickstoff entwickele sich aus dampfenden Kohlen, zur Nachtzeit aus den Pflanzen und im Sonnenschein aus Blüten und Früchten u. dgl. m.

2) Um zu beweisen, wie schädlich die ausgeatmete Luft sei und daß die atmosphärische Luft außer einem dem Menschen zuträglichen Teil auch eine gefährliche Luftart enthalte, geht er von der bekannten Erzählung aus, nach der ein grausamer Regent in Indien 146 gefangene Engländer in ein enges Gefängnis einmauern ließ, aus dem man sie nach kurzer Zeit tot herausschaffte (S. 63).

3) Max Wehner, „Die Bedeutung des Experimentes für den Unterricht in der Chemie“. Leipzig, Teubner 1905.

neuen Eigenschaften zeigen". Als Typus derselben gilt ihm fälschlicherweise das Schießpulver. Die Stärke der chemischen Affinität zeigt er durch Mischen von gleichen Mengen Wasser und Alkohol. Die beobachtete Volumverminderung findet ihre Erklärung darin, daß das Wasser den Weingeist zur Ausfüllung seiner „Zwischenräume" zwingt. Eine Analogie dazu bietet ein Versuch mit einem Schwamme, der, wenn er sich vollgesogen hat, auch einen kleineren Raum einnehme, als der trockene Schwamm und das Wasser für sich vor dem Versuche erfüllten. Es kam Diekmann darauf an, die chemische Verwandtschaft im Sinne Bergmanns und Newtons als eine von der allgemeinen Schwerkraft verschiedene Anziehung der kleinsten Teilchen zu erklären und die Chemie nicht nur als die Kunst, Stoffe chemisch miteinander zu verbinden, sondern auch zu trennen, durch kleine Versuche zu charakterisieren. In seinen Darstellungen der Chemie als Scheidekunst zeigt sich nun erst recht deutlich, daß die Experimente dem ihnen gesetzten Zweck, den Schüler zum Urteilen und Schließen anzuregen, durchaus nicht zu entsprechen vermochten. Die chemischen Reaktionen, deren Reihenfolge der zum Teil willkürlichen Aneinanderreihung der allgemeinen Begriffe folgte, waren, so scheint es uns heute, zumeist so komplizierter Art, erforderten nach dem heutigen Stande der Chemie eine so weitgehende Voraussetzung chemischer Kenntnisse, daß der Lehrer darauf angewiesen war, die zu beobachtenden und zu erschließenden Tatsachen einfach mitzuteilen und durch den Versuch zu bestätigen. Damals waren zumeist nur die Tatsachen bekannt, und die bestehenden Theorien waren leicht verständlich. Einige Versuche sollen hier angeführt werden: Eine Auflösung von Kreide in Essig, die nach Diekmanns Auffassung durch Eindringen des Essigs in die Poren der Kreide zustande kommt, wird das eine Mal mit Laugensalz, das andere Mal mit Schwefelsäure versetzt. Das erste Reagens schlägt, infolge seiner größeren Verwandtschaft zur Essigsäure, diese, die Schwefelsäure aber aus demselben Grunde die Kreide nieder. So ergibt sich der Begriff des Niederschlags und Niederschlagsmittels. Ähnliche Versuche veranschaulichen die doppelte Wahlverwandtschaft, den Kristallisationsvorgang, den Begriff einer Lösung, des gelösten Stoffes und des Auflösungsmittels. Die Scheidung auf trockenem Wege kann dadurch versinnlicht werden, daß man zu geschmolzenem Bleiglanz flüssiges Eisen bringt, das sich mit dem Schwefel verbindet und Blei ausscheidet. Die Trennung von Verbindungen in ihre Elemente wird durch die Bemerkung erledigt: „Man kann Zinnober in Schwefel und Quecksilber, Tinte in Eisenvitriol und Gerbsäure und diese beiden wieder bis in einfache unteilbare Stoffe zerlegen".

Wohl darf auch der chemische Unterricht in der Volksschule die Herausarbeitung solcher allgemeinen Begriffe nicht versäumen; aber durch sie allein ist dem Verständnis der gewöhnlichsten Vorgänge im täglichen Leben nur wenig gedient. Bei den meisten ist es dem Schüler, wie Diekmann will, schlechterdings unmöglich, „eins aus dem anderen

zu erschließen", und auch trotz Anwendung der „katechetischen Lehrform" bleibt die Übung des Denkvermögens im chemischen Teile der Naturlehre eine unerfüllte pädagogische Forderung, zumal vom Lehrer selbst aufgestellte Hypothesen bei weitem empirisch festgestellte Tatsachen überwiegen.

Beurteilen wir die methodischen Fortschritte im Elementarunterrichte der Chemie von deren gegenwärtigem Standpunkte als einer wesentlich experimentell-induktiven Wissenschaft, so leitet bereits Diekmann durch seine, wenn auch beschränkte Anwendung des chemischen Versuchs ein Übergangsstadium zur zweiten Periode ein; aber bei J.G. Fischer, dem Herausgeber der Hellmuthschen „Volksnaturlehre", nehmen die Verbesserungsvorschläge nach dieser Richtung hin eine bei weitem bestimmtere Gestalt an.

Die Behandlung chemischer Erscheinungen innerhalb seiner „rein mechanischen Naturlehre" begründet er durch den natürlichen Zusammenhang von Chemie und Physik und durch die notwendige Ergänzung eines Lehrfaches durch das andere. Die Behandlung der wichtigsten Eigenschaften der Stoffe hat er mit seinen Vorgängern gemein, ebenso die Betrachtung verschiedener Vorgänge, die sich an die Luftarten anschließen lassen. In der Wärmelehre aber wird die Entstehung von Wärme durch chemische Vorgänge, besonders die Verbrennung, gründlich behandelt. Er wünscht, daß der Unterricht vom Versuche ausgiebigen Gebrauch mache; aber über seinen Zweck, den rechten Gebrauch und seine Stellung innerhalb der methodischen Entwicklung im Unterrichte herrscht bei ihm keine volle Klarheit. Bald geht er vom Versuche aus, wo er ihn hätte besser ans Ende einer längeren Gedankenreihe stellen sollen, bald benutzt er ihn zum Beweise von ihm selbst aufgestellter Behauptungen, ohne daß der Schüler seine Denkkraft im mindesten dabei anzustrengen braucht. Das erstere geschieht, um zu dem Ergebnis zu gelangen, daß bei manchen chemischen Vorgängen (Löschen des Kalkes, Mischen von Schwefelsäure mit Wasser) Wärme erzeugt werde, und oft auch bei der Besprechung der Gase. Hier heißt es z. B. beim Sauerstoff (S. 177): „Ohne euch zuvor gesagt zu haben, wie die in meinem Gefäß enthaltene neue Luftart heißt, mache ich sogleich diejenigen Experimente, welche euch nicht nur auf ihre Eigenschaften, sondern auch auf einige ihrer Namen hinleiten sollen!" Der Versuch zielte in der Hauptsache auf die Erklärung der ihren Eigenschaften entsprechenden Namen der Stoffe hin, was sich besonders auch aus den Versuchen mit Stickstoff ergibt, die außerdem die kindliche Schaulust zu reizen bestimmt waren.[1]) Das übertriebene Operieren mit Begriffen, Reagentien und Vorgängen, die dem Kinde gänzlich fremd sind und im späteren Verlauf des Unter-

1) Ein Sperling und das andere Mal eine Maus werden in ein mit Stickstoff oder mit Kohlensäure gefülltes und festverschlossenes Glas gesperrt (S. 181 u. 192). Derartige Versuche üben aber auch einen nachteiligen Einfluß auf das kindliche Gefühl aus.

richts keine Klärung finden, schmälert bedeutend den Wert der angestellten Versuche.[1])

In der Verwendung des deduktiven Verfahrens macht sich bei ihm der Einfluß der Physik geltend, die sehr oft allgemeine Gesetze auf besondere Erscheinungen anwendet. Es muß als unmethodisch bezeichnet werden, Ergebnisse[2]), die der Versuch erst bringen soll, als Behauptungen aufzustellen, um sie dann experimentell zu beweisen, ein Verfahren, das Fischer bei der Behandlung des Verbrennungsprozesses einschlägt. Die einzige chemische Verallgemeinerung, die möglich ist, das Gesetz, demzufolge chemische Verbindungen nur nach konstanten Gewichtsverhältnissen aus ihren Elementen entstehen, wird zum ersten Male in einem für die Schule bestimmten Lehrbuche erwähnt, aber nicht entwickelt und in eine bestimmte Fassung gebracht. Beim Grubengas und der Kohlensäure wird darauf hingewiesen, daß ersteres aus „vier Gewichtsteilen" Wasserstoff und „einem Gewichtsteil" Kohlenstoff, das letztere aber aus „einem Gewichtsteil" Kohlenstoff und „zwei Gewichtsteilen" Sauerstoff zusammengesetzt sei, eine falsche und wertlose Angabe, die sich auch gegenwärtig noch in verschiedenen Lehrbüchern findet.[3])

Anhang.

Woraus erkennt man, daß der in den Lehrbüchern gebotene Stoff nicht unterrichtlich verarbeitet wurde?

Was die gebräuchlichsten Schulbücher aus der Chemie bieten, ist hiermit in Kürze dargelegt worden. Beantworten wir nun noch die Frage, ob der gebotene Stoff auch in der Schule unterrichtlich verarbeitet wurde?

Bei den Methodikern dieser ersten Periode finden sich nur ganz spärliche Angaben darüber, wie sich der Unterricht in der Praxis gestalten solle. Diekmann hat seinen Lehrstoff deshalb in zwei konzentrischen Lehrgängen angeordnet, um schwierige Dinge im ersten vorzubereiten und das Wichtigste deutlicher hervorzuheben, so daß bei Mangel an Zeit nur einige wesentliche Stoffe, zu denen chemische Belehrungen sicher nicht gerechnet wurden, aus dem zweiten Kursus in den ersten herübergenommen zu werden brauchten. Nach einem Unterrichtsplan für die Elementarschule zu Mörs von Diesterweg aus

1) Reiner Stickstoff soll hergestellt werden, indem man atmosphärische Luft mit K_2S schüttelt und das gebildete H_2S durch Kalkwasser entfernt.

2) Solche Ergebnisse sind: Die Verbrennung ist eine schnelle Verbindung eines Körpers mit Sauerstoff unter Licht- und Wärmeentwicklung. Die Resultate der Verbrennung sind in den meisten Fällen gasförmige Körper. Ehe ein Körper brennt, muß er eine bestimmte Temperatur erreichen usw. (S. 245ff.)

3) Vergl. Seyfert, „Arbeitskunde". Später wird näher darauf eingegangen werden.

dem Jahre 1829 sollte der Unterricht in der Naturlehre mit einer Anleitung beginnen, die bekanntesten Erscheinungen „in Stuben, Küchen und Kellern" zu beobachten, um dem Lehrer darüber zwecks weiterer Vertiefung Bericht zu erstatten. Der Unterricht muß, meint Diesterweg, bestimmte Erfahrungen voraussetzen können, ehe er die Frage nach dem Warum? beantworten kann, und ehe er — wenn möglich und notwendig — „dem Schüler das vorführt, was ihm die Natur nicht zeigte". Hierbei wurde auch auf chemische Vorgänge, wie das Brennen des Feuers, das Sieden des Wassers, die Bildung von Ruß und Rauch usw. Rücksicht genommen. Daß Diesterweg mit diesem Gedanken seiner Zeit weit vorausgeeilt ist, erhellt aus den bestehenden Schulordnungen, die die gesamte Naturlehre auf ein Minimum einschränkten oder überhaupt nicht erwähnten.[1]) Den theoretischen Forderungen konnte in praxi nicht entsprochen werden, und wenn es dennoch geschah, so läßt es die allgemeine Mißachtung der Chemie an deutschen Hoch- und Mittelschulen[2]) und das ablehnende Verhalten selbst so bedeutender Chemiker wie Mitscherlich[3]) erklärlich erscheinen, daß bis zur Mitte des vorigen Jahrhunderts selbst die einfachsten fürs Leben und das Verständnis der Natur unbedingt nötigen chemischen Lehren dem Schüler der Volksschule fremd blieben.

1) Die preußische Schulordnung vom 3. April 1794 gestattet nur ausnahmsweise, auch Gegenstände der Naturgeschichte usw. mit den Kindern vorzunehmen. In Württemberg erwähnt ein Reskript vom 16. Januar 1799 die im gemeinen Leben nützlichen Kenntnisse (Kehr, S. 231). Der „Lehrplan für die Volksschulen in Bayern" (1. Aufl. 1804, 2. Aufl. 1811) schreibt neben Naturgeschichte im 4. Abschnitt unter „Kunst" auch Technologie vor, weil die jugendliche Wißbegierde die Frage nach Nutzen und Verwendung der Naturprodukte von selbst stelle und der Unterricht dem Leben entsprechen müsse. Im Königreich Sachsen finden durch die Verordnungen von 1835 die gemeinnützigen Kenntnisse im Anschlusse ans Lesebuch Eingang. (R. Florey, „Codex der sächsischen Elementarvolksschule", S. 38.)

2) Binder: „Beiträge zur Entwickelungsgeschichte des chemischen Unterrichts an den deutschen Mittelschulen", u. a. S. 8. Leipzig, Teubner 1904.

3) Mitscherlich: „Lehrbuch der Chemie" 1831 (Vorrede). Die Zeit vor dem 16. Jahre solle anstatt dem Studium der Chemie dem Studium der beschreibenden Naturwissenschaften, für die Chemie eine unentbehrliche Hilfswissenschaft sei, gewidmet werden, „um die Sinne zu üben und das Gedächtnis mit nützlichen Materialien zu versehen". Damit hat Mitscherlich sicher recht, daß in den beschreibenden Naturwissenschaften die Sinne und die Phantasie viel mehr geübt werden als in der Naturlehre. Sie sind der frühesten Altersstufe des Kindes weit angemessener als diese und müssen deshalb auch den Stoff für die erste naturgeschichtliche Belehrung darbieten, ob aber gerade bis zum 16. Lebensjahre, muß doch fraglich erscheinen.

Zweiter Teil.

(2. Periode: Mitte des 19. Jahrhunderts bis zur Gegenwart.)

Der eigentlich chemische Unterricht in seiner allmählichen Entwicklung.

Bereits um die Mitte des 19. Jahrhunderts wurden trotz des Widerstandes, den man der Einführung der Chemie in die deutschen Mittelschulen entgegensetzte[1]), Stimmen laut, die chemische Unterweisungen selbst des Volksschülers bis zu gewissen Grenzen für dringend geboten hielten. Diese Forderungen sind größtenteils darauf zurückzuführen, daß gerade in jene Zeit das wichtigste Entwicklungsstadium der wissenschaftlichen Chemie fällt. Die Schüler Liebigs suchten die Lehren ihres Meisters durch Wort und Schrift ins Volk zu bringen[2]), und nach dem alten Sprichwort: Wo die Könige bauen, haben die Kärrner zu tun, fanden sich viele rüstige Arbeiter ein, die das zutage geförderte Gold in die Scheidemünze des täglichen Verkehrs auszuprägen, die Notwendigkeit und Möglichkeit eines methodischen chemischen Unterrichts wenigstens in den allgemeinsten und einflußreichsten Erscheinungen darzulegen suchten.

Zur Vermeidung von Wiederholungen ist hier und da von einer streng chronologischen Darstellung der geltend gemachten Meinungen abgewichen worden.

---

1. Kapitel.

Die Notwendigkeit chemischer Belehrungen in der Volksschule, abgeleitet aus ihrem materiellen und formalen Bildungswerte.

Um die Berechtigung der Chemie im Lehrplane der Volksschule darzutun, mußten in der Hauptsache zwei Bedingungen als erfüllt nachgewiesen werden. Der in ihr dargebotene Unterrichtsstoff muß dem Schüler ein Lehrgut und zugleich formales Bildungsmittel des Geistes sein; er muß einen Schatz fürs Leben unentbehrlicher Kenntnisse vermitteln und daneben die Denkkraft des Schülers stärken und sein Fühlen und Wollen veredeln. Wenn wir nun gegenwärtig als Ziel des chemischen Unterrichts die rationelle Auffassung der allgemeinsten und einfluß-

1) Vergl. Binder: „Beiträge zur Entwickelungsgeschichte des chemischen Unterrichts an deutschen Mittelschulen". S. 8 u. a. a. O.

2) Friedrich Schoedler, ein Schüler und Freund Liebigs, Direktor der Realschule in Worms, war bemüht, in seinem Buche „Die Chemie der Gegenwart" eine volkstümliche Darstellung der Chemie in ihren Grundzügen und mannigfachen Beziehungen zum Leben und den übrigen Wissenschaften zu geben. 1854.

reichsten chemischen Vorgänge auf induktivem Wege bezeichnen, so ist damit — richtige Ausführung vorausgesetzt — jenen beiden Forderungen Genüge geleistet. Viele Methodiker haben allerdings unterlassen, gerade auf das Wichtigere von beiden, die formalbildende Kraft, hinzuweisen, und haben, wie wir später sehen werden, ihren Stoff dermaßen dem Lehrplane eingefügt, daß in der Hauptsache auch nur der materiellen Seite des Unterrichtszieles entsprochen werden kann.

Wie rasch der Gedanke reifte, auch die Chemie in die niederen Schulen einzuführen, zeigt sich uns am besten bei Diesterweg. In seinem „Wegweiser zur Bildung deutscher Lehrer" verbreitet er sich eingehend nur über den physikalischen Unterricht, dessen Notwendigkeit ihm aus den außerordentlichen Fortschritten der Physik, der gesteigerten Anwendungsfähigkeit der Naturkräfte im gewöhnlichen Leben und dem geist- und gemütbildenden Einfluß einer gesteigerten Naturkenntnis resultiert. Die induktive Methode sei die allein richtige des physikalischen Elementarunterrichts, und der Weg zum Ziele habe drei Stationen: Die Erscheinung selbst, ihren gesetzmäßigen Verlauf und die ihn bedingenden Ursachen. Obwohl Diesterweg die Aufmerksamkeit des Lehrers auf allerhand Vorgänge in der Natur an Wasser, Luft und Feuer, in Küche und Keller, an Maschinen und Laboratorien der Apotheker zu lenken sucht, wird nicht besonders erwähnt, ob die sich daranschließenden Betrachtungen nur rein physikalischer oder auch chemischer Natur sein sollen. Langhoff meint[1]), Diesterweg habe die Chemie deshalb unberücksichtigt gelassen, weil er von dem Wissenswertesten in erster Linie habe das Allernotwendigste, das Mögliche lehren und ein Zuviel habe vermeiden wollen. Die Chemie war eben in ihrer Entwicklung und Anwendungsfähigkeit noch nicht soweit gediehen wie die Physik, so daß man sie zur allgemeinen Bildung nicht für nötig hielt. Aber schon 1840 wünscht Diesterweg, daß sich der Lehrer neben den übrigen Naturwissenschaften auch mit der Chemie beschäftige; denn der Lehrer müsse im Interesse seiner Schüler mit den Fortschritten der Zeit Schritt zu halten suchen.[2])

Reichlich 20 Jahre später[3]) forderte Diesterweg Chemie im Lehrerseminare und in der Volksschule, indem er das Prinzip der kulturgemäßen Erziehung[4]) geltend machte. Es ist klar, daß die Produkte, welche die sich entwickelnde Kultur zeitigt, nicht ohne strenge Prüfung ohne weiteres vom Volksschulunterricht ausgeschlossen werden dürfen. Der künftige Staatsbürger kann die „gesellschaftliche Kultur", zu der die Beherrschung der Naturkräfte, die Anwendung der Naturwissen-

1) Diesterwegs „Wegweiser zur —". 3. Bd. S. 180. Der Wegweiser erschien zuerst 1835.

2) Rhein. Bl. N. F. XXV. S. 312ff.: Lektion über die Sternschnuppen.

3) „Die Chemie im Lehrerseminare und in der Volksschule." Rhein. Bl. N. F. X. 1862 oder Diesterwegs Werke. 4. Bd. S. 158ff.

4) Rhein. Bl. N. F. IX. S. 37.

schaften auf Verkehr und Gewerbe gerechnet werden müssen, nicht recht würdigen lernen, wenn er nicht die dieses Verständnis bedingenden Grundlagen kennen gelernt hat. Da nun schon zu Anfang der sechziger Jahre die Chemie einen bedeutenden Einfluß auf den Kulturzustand der Zeit ausübte, mußte sie Diesterweg als einen dem praktischen Bedürfnis entsprechenden Unterrichtszweig auch für die Volksschule fordern. Daß Minister von Bethmann-Hollweg in den ihm abgenötigten Verbesserungen der „Raumerschen Regulative" 1859 „ein wenig Chemie" auch in den Seminarien für zulässig erklärt, sieht Diesterweg als ein Zeichen dafür an, daß Pädagogen und Behörden der Frage nach dem Wie? und Warum? des chemischen Unterrichts näher treten.[1])

Die Allgemeinheit chemischer Vorgänge in unserer nächsten Umgebung und die Nützlichkeit ihrer Kenntnis fürs praktische Leben veranlaßte zuerst Stöckhardt, die Aufnahme der Chemie in den Lehrplan der Seminarien zu fordern. In seiner „Schule der Chemie"[2]) spricht er sich dahin aus, daß der „materielle und professionelle Nutzen" chemischer Belehrungen den Schüler keineswegs zu materialistischer Gesinnung erziehe. Ich möchte in meinen Behauptungen noch weiter gehen als Stöckhardt. Sie führt den künftigen Handwerker und Landmann sogar zu idealer Auffassung seines Berufes und befriedigt den natürlichen Wissensdrang eines jeden nach Bildung strebenden Menschen. Daß durch eine rechte Bewertung des chemischen Unterrichts seitens der Mittelschulen, besonders auch der Seminarien, der erste Fortschritt angebahnt werden müsse, darüber war sich schon Stöckhardt klar. „Die Befürchtung, daß durch die Aufnahme der Chemie unter die Unterrichtsgegenstände für Gymnasien und Seminarien den übrigen Disziplinen zu viel Zeit entzogen werde, wird kaum als eine erhebliche anzusehen sein, da ein halbjähriger Kursus von wöchentlich nur zwei Stunden einem umsichtigen Lehrer schon genügen würde, um den Zöglingen der obersten Klasse die Grundwahrheiten der Chemie zum klaren Bewußtsein zu bringen."[3])

Aus dem Anfang der fünfziger Jahre des 19. Jahrhunderts stammen auch die sich mit den Ansichten Stöckhardts fast deckenden Meinungen Liebigs[4]), Berthelts und Johnstons. Berthelt

1) Die Forderung der Chemie in der Volksschule durch die Zillersche Schule vom Standpunkte der kulturgemäßen Erziehung aus und besonders die Einordnung des Stoffes in die kulturhistorischen Stufen folgt später.

Nur ein Urteil Ballaufs soll zu diesem Punkte noch erwähnt werden. Er sagt: „Ein gewisses Maß chemischer Kenntnisse gehört heutzutage notwendig zur allgemeinen Bildung: Ohne sie muß ein wesentlicher Teil der modernen Kulturbestrebungen unverständlich bleiben; man kann ihnen nicht mit jenem, wenn auch nur kontemplativen Interesse folgen, welches der Gebildete wenigstens für die wichtigeren Erscheinungen der Gegenwart besitzen soll." (Päd. Archiv X. S. 537.)

2) 1. Aufl. 1846.

3) Ebenda S. IV.

4) „Reden und Abhandlungen von Justus v. Liebig" S. 12.

beweist die Notwendigkeit chemischer Belehrungen des Volksschülers durch Aufzählen einer größeren Menge chemischer Vorgänge in Natur, Haus und Gewerbe, nach deren Aufklärung der Wissensdrang jedes regen Menschengeistes verlangt. Johnston führt den Mangel an Beobachtungsgabe für chemische Vorgänge selbst bei Gebildeten auf die Schule seiner Zeit zurück, die der Jugend fast mit Absicht so wichtige Teile modernen Wissens vorenthalte. Er forderte zur Schöpfung einer volkstümlichen chemischen Literatur auf und machte den Anfang mit der Herausgabe seiner „Chemie des täglichen Lebens", deren Übersetzung auch in Deutschland große Verbreitung fand, und die nur deshalb, nicht aber wegen ihres Wertes hier erwähnt wird; denn sie ist, wie später gezeigt werden wird, eigentlich keine Chemie, sondern nur eine oberflächliche Beschreibung von allerhand Stoffen aus dem täglichen Leben.

Bei den Pädagogen späterer Zeiten kehren die Forderungen nach Chemie aus den drei bereits angedeuteten materiellen Gesichtspunkten immer wieder: Die Kenntnis der grundlegenden Erscheinungen ermöglicht eine rationelle Auffassung der gewöhnlichen Erscheinungen im täglichen Leben, in den Gewerben und in der Landwirtschaft, befördert die Sparsamkeit und führt somit zu materiellen Vorteilen.[1]) Je mehr der Mensch die Naturerzeugnisse auszunutzen weiß, desto mehr wird sich sein Wohlstand und sein Wohlbefinden heben. „Aber zu einer geregelten und zweckmäßigen Benutzung derselben", sagt Senft, „gehört nicht nur Kenntnis der Körper unserer Umgebung, sondern auch der Kraft, mittels deren wir die Körper bearbeiten, und der Gesetze, nach denen wir die Kraft selbst benutzen können und sollen."[2]) Es hat dies besonders für diejenigen Schüler Gültigkeit, die sich der gewerblichen Tätigkeit zuwenden. Vielleicht kann gar einige Vertrautheit mit den Lehren der Chemie dazu beitragen, daß der Schüler mit Überlegung und Besonnenheit ein Handwerk ergreife? Wir werden dies sicher nicht erzielen durch eine bloß beschreibende Vorführung der verschiedensten Gewerbe, sondern durch eine möglichst weitgehende Vertiefung in ihre wichtigsten Manipulationen, die uns sehr oft in das Gebiet der Chemie hinüberleiten. Von diesem Standpunkte aus forderte Lüben[3]) für die oberen Klassen einer gehobenen Volksschule chemische Technologie, als deren nötige Voraussetzung er mit Recht einen größeren Teil der Physik und die Elemente der Chemie bezeichnet. Ohne sie ist ein Ver-

1) Siehe hierzu: Schlichting: „Die Chemie in der Volksschule", S. 6. Die Chemie gewährt pekuniäre Vorteile in den häuslichen Geschäften, im Gewerbsleben und in der Feldwirtschaft.

2) „Die Chemie in der Schule", von Prof. Dr. Senft. Lauckhards Reform X, S. 102ff. und 168ff. 1866.

3) Der praktische Schulmann. 8. Jahrgang. 1859. S. 1. „Der Realunterricht in mehrklassigen Bürgerschulen", von A. Lüben. (Diese Arbeit ist ein Bruchstück aus dem Lehrplan der sechsklassigen Bürgerschule zu Merseburg, den Lüben ausarbeitete, als diese Anstalt unter seiner Leitung stand. Wir werden auf diesen Lehrplan später noch einmal zu sprechen kommen.)

ständnis der Umgestaltung von Naturprodukten schlechterdings unmöglich.

Es kann nicht bestritten werden, daß besonders auf dem Lande die Volksschule der Gegenwart durch einen zweckmäßigen Unterricht zur Hebung einer rationellen Bodenkultur viel beitragen kann. Es muß eine Grundlage geschaffen werden, die dem künftigen Landmann das Verstehen nützlicher, in sein Fach einschlagender Schriften ermöglicht, ihm Mittel und Wege an die Hand gibt, die Ertragsfähigkeit seines Bodens zu heben und verlustbringende Spekulationen zu vermeiden. Bereits 1860 wies Diesterweg auf die Nützlichkeit landwirtschaftlicher Belehrungen hin, wozu allerdings seiner Meinung nach die Volksschule nicht der rechte Ort sei, sondern die sich an sie anschließende Fortbildungsschule. In ihr dürfen agrikulturchemische Belehrungen nicht fehlen, da sie zum Verständnis eines rationellen Ackerbaues unbedingt nötig sind. Daraus ergibt sich aber die Notwendigkeit, neben den Elementen der Naturgeschichte und Physik auch die der Chemie in den Lehrplan der Volksschule aufzunehmen. Anschaulich erworbene Kenntnisse der heimischen Mineralien, Pflanzen und Tiere, die Bekanntschaft mit den bekanntesten physikalischen Erscheinungen und den einfachen Gesetzen, die sich in ihnen aussprechen, und die Auffassung der einfachsten chemischen Vorgänge geben die Basis ab, auf welche sich ein fruchtbarer landwirtschaftlicher Unterricht zu gründen hat.[1])

Im Hinblick auf das letzte und höchste Ziel alles naturwissenschaftlichen Unterrichts, die Erde in ihrer Mannigfaltigkeit als einen großen Organismus, als Einheit zu erfassen, darf die Chemie in der Volksschule ebensowenig fehlen wie die Physik, und sie ist vielleicht in vielen Beziehungen sogar wichtiger als diese. Erst dann erscheint die Natur dem Kinde in ihrer Großartigkeit, wenn ihm die einzelnen Objekte nicht isoliert, sondern in allen ihren Existenzbedingungen fest verkettet entgegentreten. Dieser Zusammenschluß aller Naturprodukte muß zum guten Teil durch chemische Betrachtungen erstrebt werden, und darum ist die Chemie eine unentbehrliche Hilfswissenschaft aller Naturwissenschaften.[2]) In Menschen-, Tier- und Pflanzenkunde soll nicht

1) „Landwirtschaftlicher Unterricht," Adolf Diesterweg: Darstellung seines Lebens und seiner Lehre und Auswahl aus seinen Schriften von Dr. E. v. Sallwürk. II. S. 197, oder Rhein. Bl. N. F. V, S. 37 ff.

Ähnliche und gleiche Gedanken finden sich bei vielen Pädagogen. Es mögen nur zwei Erwähnung finden:

„Bei dem kaum zu ermessenden Einfluß, welchen die Chemie zunächst auf die Förderung und Umgestaltung des Ackerbaues und vieler Gewerbe, dadurch aber auf alle Lebensverhältnisse ausübt, muß in allen Schulen ein den Verhältnissen entsprechendes Maß von Kenntnissen den Schülern angeeignet werden." (Gräfe, „Deutsche Volksschule". 3. Aufl. 1878. 2. Bd. S. 253.) „Fehlen darf übrigens die Physik und Chemie auch in der Volksschule nicht; die Chemie hat für den Bauer und Bürger praktischen, die Physik vorzüglich ethischen Wert." („Erziehungs- und Unterrichtslehre" von Dr. F. W. Fricke. 1882. S. 554.)

2) Siehe auch Schlichting: „Die Chemie in der Volksschule". S. 10.

nur der Mechanismus, sondern auch der Chemismus der Lebensvorgänge einige Erklärung finden[1]), und wenn die Mineralogie nicht auch auf die chemischen Eigenschaften der Mineralien Rücksicht nimmt und sie hier und da zu zeigen sucht, muß sie sehr wichtige Erscheinungen an ihnen in der Natur unverstanden lassen. Die mit der Anthropologie verknüpfte Gesundheitslehre bezweckt die Ausbildung des Körpers und will zur Erkenntnis dessen führen, was unserem Organismus nützlich und schädlich ist, wobei allerhand giftige Verbindungen nicht umgangen werden können. Eine unmittelbare Begründung der Notwendigkeit der Chemie im Interesse des gesamten naturgeschichtlichen Unterrichts erblicken wir darin, daß verschiedene Methodiker der Neuzeit, die uns später beschäftigen werden, chemische Belehrungen geeigneten Stoffen der übrigen naturwissenschaftlichen Disziplinen anschließen. Theoretisch wurde diese Frage ganz eingehend erörtert im Jahre 1859 auf der Kreislehrerversammlung zu Osterode.[2])

Hier suchte Kuhls die unbedingte Notwendigkeit der Chemie selbst in der einklassigen Volksschule darzulegen, wobei sein leitender Gedanke wiederum der war, daß die Schule das Nützlichste und Nächste lehren und durch Nachdenken über das Alltägliche den Dämon der Gedankenlosigkeit aus dem Volke verbannen müsse. Ein selbständiger chemischer Unterricht für wenig gegliederte Schulen konnte nicht gefordert werden, wohl aber wurde betont, daß der gesamte Naturgeschichtsunterricht von chemischen Elementen durchdrungen, von ihnen beeinflußt und gefördert werden müsse. Die chemischen Erscheinungen bei physiologischen Vorgängen sind für wichtiger zu erachten als die Beschreibung nach äußeren Eigenschaften und Merkmalen. Die Physik zwinge zur Beachtung der Chemie, und selbst der Deutschunterricht könne bei der Erklärung der Lesestücke und durch passende Auswahl der Aufsatzthemen viel zur Verbreitung chemischen Wissens beitragen. Die Ausführungen Kuhls gipfeln somit ungefähr in dem Satze: Wenn dem Bedürfnisse der Zeit einigermaßen entsprochen werden soll, ist ein fruchtbringender naturwissenschaftlicher Unterricht ohne Chemie undenkbar.

Viel strikter wie Kuhls weist Schlichting in seinem bereits mehrfach erwähnten Vortrage, gehalten 1860 im schleswig-holsteinschen Lehrerverein, auf die Ausführbarkeit chemischer Unterweisungen in der Volksschule hin. Die Verhältnisse gestalten sich ihm durch zwei Umstände besonders günstig: Einmal setzt die Chemie weniger Vorkenntnisse voraus als die Physik und verlangt zum anderen auch keinen so kostspieligen Apparat als diese. Die erforderliche Zeit, wöchentlich eine Stunde, hat der Religionsunterricht abzutreten, dessen Übermaß Lehrer und Schüler zur Abspannung bringe. Schlichting kämpft

1) „Wenn der Schüler den Körper und die Lebensverhältnisse der Tiere und Pflanzen kennen lernen soll, so wird er von selbst zur Chemie und Physik hingetrieben." „Die Chemie in der Volksschule" von Prof. Dr. Senft. Lauckhards Ref. X, S. 102.

2) Kuhls: „Die Chemie in der Volksschule". Volksschulenfreund 1860, Heft 1.

hier besonders gegen die Stiehlschen Regulative an, die in einklassigen Volksschulen sechs Religionsstunden wöchentlich festsetzten.

Hiermit ist der Beweis geliefert, daß bereits zu Ende der fünfziger Jahre in weiteren Kreisen der deutschen Lehrerschaft die Frage nach der Notwendigkeit und Ausführbarkeit des chemischen Unterrichts lebhaft diskutiert und bejaht wurde.

Bis zu dieser Zeit war auch auf die formalbildende Kraft der Chemie bereits von verschiedenen Seiten hingewiesen worden.

Stöckhardt wollte sie als eine „Wissenschaft, welche das Beobachtungs- und Urteilsvermögen des Menschen schärft", zunächst nur in höheren Bildungsanstalten eingeführt wissen. Von ihnen und besonders von den Seminarien sollte dann der Segen ins Land fließen. Auch schrieb er, dem Geiste seiner Zeit Genüge leistend, dem chemischen Unterricht religiöse Bildungsmomente zu. Die göttliche Allmacht hat sich die chemischen Prozesse zu Dienerinnen im Haushalte der Natur bestellt. Werden und Vergehen, der ewige Kreislauf des Stoffes, wird durch sie vermittelt. Die Klärung dieses ewigen Wechsels befriedigt nicht nur jeden denkenden Kopf, sie stärkt auch unseren Glauben, indem sie uns die unerforschliche Allmacht und Weisheit des Schöpfers bewundern lehrt.[1])

Nach ihm haben viele andere, zum Teil bedeutende Schulmänner, dieselben Ansichten geäußert. Von ihnen seien nur Schlichting, Diesterweg[2]), Senft und Arendt erwähnt.

Jede chemische Erscheinung ist nach Schlichting, wenn an den Versuch angeknüpft wird, einer Rechenaufgabe zu vergleichen, die ihre Lösung in lückenlosem Schließen verlangt. Die Aufmerksamkeit muß bis zum Höchsten gespannt werden, um treu zu beobachten und das Gesehene mündlich und schriftlich klar darzustellen. Frühere Erscheinungen sind zur Bildung von Analogien und Kombinationen zu reproduzieren. Die beobachteten chemischen Erscheinungen eignen sich vorzüglich zur schriftlichen Darstellung, und in bezug hierauf sagt Schlichting: „Der formelle Nutzen des Unterrichts in der Chemie ist in dieser Beziehung so wesentlich, daß man auf den Gedanken kommen kann, chemische Versuche bloß zu dem Zwecke anzustellen, um geeignete Aufgaben für eine Art von schriftlichen Arbeiten für die Schüler zu haben". („Die Chemie in der Volksschule" S. 13). Hiermit ist sicher über das Ziel hinausgeschossen, obwohl die Tatsache zugegeben werden muß, daß vielen die getreue Darstellung eines gesehenen Ereignisses sehr schwer fällt. Aber in Anbetracht der relativen Schwierigkeit, die die Auffassung chemischer Vorgänge immerhin bietet, wird sich der Schüler meist sklavisch an den Ausdruck des

1) Siehe hierzu Stöckhardt: „Schule der Chemie", S. 6.

2) Diesterwegs ausgewählte Schriften von Langenberg 1877/78, IV. S. 158. Die Chemie darf wegen ihres materiell- und formalbildenden Wertes in keiner Schule fehlen.

Lehrers binden, wodurch der im stilistischen Unterricht erstrebten freien Gedankendarstellung, besonders durch zu häufige Wahl solcher Themen, Abbruch getan werden kann. In der Betonung des moralischen Wertes der Chemie, als einer Führerin zu „treuester Wahrhaftigkeit", berührte er sich mit Stöckhardt und Senft. Der letztere will den chemischen Unterricht auch dazu benutzen, neben der Weisheit und Allmacht Gottes die Ohnmacht und Beschränktheit des menschlichen Wissens im reinsten Lichte zu zeigen.

Wesentlich neue, den Wert des chemischen Unterrichts beweisende Gesichtspunkte sind in den letzten Jahrzehnten des Jahrhunderts nicht aufgestellt worden, aber die Erörterungen über seinen formalbildenden Wert fanden durch die Fixierung der intellektuellen und sittlichen Bildungselemente der gesamten Naturwissenschaften mit besonderer Hervorhebung der Naturlehre ihren vollständigen und systematischen Abschluß durch Arendt[1]) und Wilbrand, von denen aber nur der erste auch die Volksschule mit im Auge gehabt hat. Arendts Abhandlungen sind so bedeutend, daß auf ihre wesentlichen Ergebnisse nachdrücklich hingewiesen werden muß:

Jeder Unterricht hat die Aufgabe, auf möglichst anschauliche Weise klare und deutliche Vorstellungen in der Seele des Kindes zu erzeugen und zu Begriffen zu verarbeiten. Während sich nun die Geisteswissenschaften mehr oder weniger abstrakten Begriffsmaterials bedienen, sollen die naturwissenschaftlichen Ergebnisse auf unmittelbaren sinnlichen Anschauungen ruhen. In Botanik und Zoologie ist die Anschauung mehr eine Anschauung des Seins, die Physik und Chemie dagegen hat es mit Veränderungen entweder des Zustandes oder der Substanz und infolgedessen mehr mit einer Anschauung des Geschehens zu tun. Der Ablauf der physikalischen Veränderungen ist der Beobachtung leicht zugänglich, der der chemischen aber, die zwischen den kleinsten Teilchen der Materie stattfinden, entzieht sich der direkten sinnlichen Wahrnehmung, woraus sich die Unmöglichkeit erklärt, durch bloße Anschauung chemische Vorstellungen zu gewinnen.

Darum findet der chemische Anfangsunterricht trotz der Häufigkeit chemischer Vorgänge keine einzige wirklich chemische Anschauung im Kinde vor und sieht sich gleich von vornherein auf den Versuch angewiesen, der durch eine Kette von Schlüssen die kausalen Zusammenhänge zu erfassen sucht, und allmählich verliert das Kind das Bewußtsein, daß zur „Komplementierung seiner sinnlichen Anschauung eine Verstandesoperation nötig ist". Der chemische Unterricht bringt die Fähigkeit der Anschauung in ganz eminenter Weise zur Ausbildung und ist deshalb auch von Arendt als eine

1) „Organisation, Technik und Apparat des Unterrichts in der Chemie" 1868. „Der Anschauungsunterricht in der Naturlehre" 1869. Einleitung zur „Technik der Experimentalchemie" 1881.

„Schule der Anschauung“ und als eine vortreffliche „Übung des sinnlichen Wahrnehmungsvermögens oder des richtigen Gebrauchs unserer Sinne“ bezeichnet worden. Dies macht ihn für die Volksschule unentbehrlich; denn selbst dem Erwachsenen geht oft die Fähigkeit intensiver Betrachtung eines Objektes oder sich daran abspielender Vorgänge ab. Wenn uns nun auch im gewöhnlichen Leben diese lückenhaften und oft falschen Vorstellungen im allgemeinen keinen ernstlichen Nachteil bringen, muß doch betont werden, daß die Übung der Sinnestätigkeit zum großen Segen für die Seelentätigkeit überhaupt ist. In keinem Unterrichtsfache ist der Erfolg in so weitgehendem Maße von der Aufmerksamkeit des Kindes, einem ungeteilten Interesse und der Vollständigkeit der Anschauung abhängig wie gerade in der Chemie.

Der Vergleich der gewonnenen Vorstellungen führt zur Abstraktion der zufälligen und Assoziation der wesentlichen Merkmale in den Begriffen, die jede Wissenschaft in systematische Ordnung bringt. Wie nun in den Naturwissenschaften der Volksschule eine strenge Systematisierung als überwundener Standpunkt gilt, so schließt sie besonders der chemische Unterricht vollständig aus. Wir begnügen uns vielmehr mit der Herausarbeitung von Regeln und Gesetzen und ordnen Tatsachen und Erscheinungen nach besonders hervortretenden Eigenschaften, wie Farbe, Form, Löslichkeit, Verlauf der Reaktion usw. in Reihen, wodurch der Geist des Kindes in der Abstraktion geschult wird. Arendt zeigt dies in einer jeder Stufe des niederen Unterrichts angefügten Zusammenstellung der gewonnenen Begriffe, Tatsachen und Gesetze. Gerade die Unmöglichkeit der Systematisierung in der Chemie gereicht einer rechten Naturauffassung seitens des Schülers zum Vorteil: An einfachen chemischen Gleichgewichten kann leicht und anschaulich gezeigt werden, daß die Natur überhaupt keine streng gezogenen Grenzen, sondern nur Übergänge kennt.

Die Methode der naturwissenschaftlichen Forschung ist die der Induktion. Nach möglichst vollständiger Beobachtung wird zur Aufstellung einer Hypothese fortgeschritten, dann diese durch das Experiment geprüft und die wahre Ursache der Naturerscheinung aufgefunden. Der so als richtig erkannte Einzelfall drängt zur Verallgemeinerung hin, indem früher gewonnene analoge Erscheinungen ihm angeschlossen werden. Nun haben aber gerade chemische Gesetze nur eine ganz beschränkte Gültigkeit, so daß der Versuch immer von neuem zu Rate gezogen werden muß, und daher könnte man die „Chemie als eine induktive Erfahrungswissenschaft im eigentlichen Sinne des Wortes“ bezeichnen, im Gegensatze zur Physik, die durch eine geringe Zahl allgemein gültiger Sätze beherrscht wird und so mehr den Weg der Deduktion einschlägt.

So führen diese Betrachtungen zu dem Ergebnis, daß die Chemie für die Volksschule gefordert werden muß, weil sie

eine Schule der Anschauungs-, Vorstellungs- und Begriffsbildung, kurz der logischen Induktion[1]) ist.

Auf die Ausbildung des religiösen Gefühls durch den chemischen Unterricht weist Arendt in ähnlicher Weise wie Stöckhardt hin. Vor allem aber hebt er die formalen und diejenigen Gefühle hervor, welche mit dem Intellekt im Zusammenhange stehen. Dadurch ergänzt die Chemie (allgemein die Naturwissenschaft) den Unterricht in den Geisteswissenschaften, die die höheren moralischen Gefühle mehr kultivieren als jene. Das Erlernen der oft tief verborgenen chemischen Wahrheiten bildet das Wahrheitsgefühl, dem starke charakterbildende Momente insofern zukommen, als es zur Selbstkritik nötigt, den Wert anderer erkennen läßt, vor Überhebung schützt und der Idee des Wohlwollens in der Erziehung zur Bescheidenheit und Toleranz entspricht. Die Erwartung vor jedem Versuche, die sich meist zur Spannung steigert, bei ihrer Lösung vom Lustgefühle der Befriedigung oder der Unlust des Mißlingens begleitet ist, und das erneute Suchen, den gewünschten Erfolg auf einem anderen Wege zu erreichen, wirken ungemein fördernd auf die Denktätigkeit ein.

Es ist begreiflich, daß Arendt dem chemischen Unterrichte, den er als eine Schule der Anschauungs-, Vorstellungs- und Begriffsbildung bezeichnet, als Anhänger der Herbartschen Psychologie, ohne weiteres eine wesentliche Bedeutung für die Gemüts- und Charakterbildung zuschreiben muß.

Bedenken gegen einen elementaren Chemieunterricht in der Volksschule.

Meinungen, die den chemischen Unterricht in der Volksschule durchaus ablehnen, treten uns in der Geschichte der Pädagogik nur wenige entgegen und von ihnen verdient nur die Zillers hier erwähnt zu werden.

Auf der Generalversammlung des Vereins für wissenschaftliche Pädagogik im Jahre 1879 zu Grimma stand, angeregt durch eine Kritik Ballaufs über Arendts „Grundriß der anorganischen Chemie", die Frage zur allgemeinen Diskussion, ob die Chemie überhaupt als Unterrichtsgegenstand in die Erziehungsschule gehöre. Ziller sprach sich

1) Arendt stellt nach Helmholtz der logischen die künstlerische Induktion gegenüber. Während die erste hauptsächlich in den Naturwissenschaften zur Anwendung kommt und unter bewußter Anwendung logischer Regeln ihre Ergebnisse gewinnt, wird die letztere mehr von instinktiver innerer Anschauung geleitet und herrscht als logisches Prinzip besonders in den Sprachen und Geisteswissenschaften.

Zur Rechtfertigung Wilbrands soll hier noch eine abschweifende Bemerkung gestattet sein. Nach Wilbrand soll in Mittelschulen die Chemie „eine praktische Schule der induktiven Logik" sein. Er ist hierin falsch verstanden worden, und man hat ihm didaktischen Formalismus vorgeworfen, da man verschiedentlich annahm, er wolle an der Hand chemischer Lehren logische Sätze ableiten, während er indessen nur beabsichtigt, im Unterrichte „hervortreten zu lassen, wie Erfahrungen gemacht werden und wie sie zu prüfen sind". (Vergl. „Über die methodische Gestaltung des chemischen Unterrichts an landwirtschaftlichen Winterschulen" S. 13).

hier „gegen einen wahrhaft chemischen Unterricht in der Erziehungsschule“ aus. Er läßt keinen Unterricht als chemischen gelten, der sich nicht auf die Atomtheorie gründet, die aber nur auf dem Wege metaphysischer Betrachtungen gewonnen werden kann.[1]) Arendts Entgegnung darauf, daß dies eine Verwechslung zwischen philosophischer und empirischer Chemie sei, entkräftet Zillers Behauptung, die Chemie könne nur an der Universität und verwandten Lehranstalten unter Voraussetzung der atomistischen Theorie erfolgreich gelehrt werden. Einen zweiten Einwand gründete Ziller auf die Tatsache, daß der chemische Anfangsunterricht nur auf einem minimalen Erfahrungskreis des Schülers ruhen könne. Dem Geist der Naturwissenschaften zuwider müsse vieles dogmatisch dargeboten werden, weil sich die chemischen Vorgänge vollständig unserer Anschauung entziehen. Wohl ist es zutreffend, meint Arendt hierzu, der Schüler besitzt sehr wenige chemische Anschauungen, aber mit demselben Übel haben auch die meisten anderen Unterrichtszweige zu kämpfen. Er zeigte theoretisch und praktisch durch Ausarbeitung eines Lehrplanes, auf den wir später zurückkommen, wie weit auf empirischem Wege allein durch anschauliche Induktion der Volksschüler geführt werden könne. An die Bemerkung Zillers, daß der erziehende Unterricht bei solchen Erfahrungen und Beobachtungen stehen bleiben müsse, die einen wahrhaft chemischen Unterricht vorbereiten, daß er nur solche Erscheinungen sammeln und bearbeiten könne, die unmittelbar ins Leben des Schülers eingreifen oder die sich durch künstliche Erweiterungen seines Erfahrungskreises, z. B. durch Besuch von Fabriken und Werkstätten darbieten, hat gerade später die Zillersche Schule ihre Forderungen bezüglich des chemischen Unterrichts angeknüpft. Die Chemie tritt bei Rein, Pickel und Scheller auf der achten ihrer kulturhistorischen Stufen auf. Sie meinen: Die atomistische Theorie ist sicher nicht die Voraussetzung eines ersprießlichen chemischen Unterrichts; denn müßte jeder Unterricht auf die meist hypothetischen Gründe des natürlichen Geschehens zurückgehen, so könnte es auch keinen physikalischen Volksschulunterricht geben.

Zweifellos würden sich die Meinungsverschiedenheiten zwischen Ziller und Arendt ausgeglichen haben, wenn nicht der Tod des ersteren den Diskussionen ein Ziel gesetzt hätte.[2])

Die weitaus größte Zahl der Schulmänner möchte allerdings den chemischen Unterricht nicht gänzlich aus der Volksschule entfernt wissen. Man sucht ihn aber sehr oft zugunsten seiner Schwesterwissenschaft, der Physik, zurückzudrängen, einesteils weil man eine der kindlichen Auffassungskraft entsprechende Auswahl und Behandlung

1) „Eine Lehre ohne Atome ist nimmermehr Chemie oder auch nur eine Schulwissenschaft der Chemie“ (Erläuterungen z. Jahrbuch d. Vereins f. w. P. 1879, S. 36.)

2) Jahrbuch d. Vereins f. w. P. 1883, S. 200. Hier erzählt Arendt, daß ihm Ziller noch wenige Monate vor seinem Tode zugerufen habe: „Wir wollen die Diskussion über den chemischen Unterricht fortsetzen.“

des chemischen Stoffes für sehr schwierig hält oder dem physikalischen Stoff andererseits größere Wichtigkeit und größeren bildenden Wert beimißt.

Die erste Ansicht findet einen Vertreter in Curtmann, der in seinem „Lehrbuch der Erziehung und des Unterrichts" sagt: „Am wenigsten scheint der chemische Teil der Physik geeignet, einer größeren Schülerzahl, zumal wenn der jugendliche Mutwille noch stark in ihnen herrscht, ausführlich gelehrt zu werden. Die Experimente machen hier zu sehr die Hauptsache aus, daß jede Erklärung ohne dieselben zum leeren Geschwätz und sehr leicht zum Sterben langweilig wird. Die Experimente sind zum Teil kostspielig und gelingen in der Regel nur bei gehöriger Ruhe und Geduld. Überdies entsteht aus den spielenden Versuchen leicht der Dünkel, nun die Natur beherrschen zu können, und hieraus sehr gern die industrielle Projektmacherei, welche schon so manchen Mann zugrunde gerichtet hat. Deshalb dürfte in der allgemeinen Schule nur eine Auswahl der zuverlässigsten Experimente, welche die theoretischen Mitteilungen erläutern, gehören, das übrige der Chemie dagegen fakultativ zu lehren sein."[1])

Auch Schlichting[2]) und Diesterweg[3]) nehmen zwar die Chemie in die Volksschule auf, wollen sie aber wegen ihrer Wichtigkeit der Physik nur an die Seite, hinsichtlich der zu verwendenden Zeit ihr jedoch nicht gleichgestellt wissen.

Daß der chemische Unterricht der Volks- und selbst der Mittelschule „industrielle Projektmacherei" veranlasse, halten wir für gänzlich ausgeschlossen, da eine weise Beschränkung und methodische Behandlung des Stoffes derartige Gedanken kaum aufkommen läßt, und wenn dies wirklich der Fall wäre, so könnte eine tiefere Einführung in fakultativen Lehrstunden auch nicht gebilligt werden. Die Schwierigkeiten im chemischen Unterrichte, besonders die des Experimentierens, sind begründet, werden aber ganz allgemein hoch überschätzt, so vor allem die Kostspieligkeit der chemischen Versuche, da fast allgemein angenommen wird, nur mit einem Musterapparat wie ihn z. B. Arendt in seiner „Technik der Experimentalchemie" bietet, könne erfolgreich Chemie gelehrt werden. Weiter hält man den chemischen Stoff für eine allzu spröde Materie, weshalb auch die Möglichkeit seiner Behandlung auf der Unterstufe oder auch nur einer Vorbereitung auf ihn in den ersten Schuljahren in Zweifel gezogen worden ist. Der geringere Wert der Chemie im Vergleiche zur Physik wird oft darin gesucht, daß der eigentliche Chemismus des Vorganges nicht angeschaut werden könne. Der chemische Unterricht leite im Gegensatze zum physikalischen zu wenig allgemeine Gesetze ab. Von Frey-

1) Curtmann: „Lehrbuch der Erziehung und des Unterrichts". 7. Aufl. II. Teil S. 382.

2) Schlichting: „Die Chemie in der Volksschule", S. 13.

3) Diesterweg: „Die Chemie im Lehrerseminare und in der Volksschule".

hold[1]) bezeichnet die Chemie wegen der großen Menge meist vereinzelt dastehender Tatsachen als eine „Naturgeschichte der Elemente und ihrer Verbindungen“ und erblickt in ihrer Zusammenhangslosigkeit einen Übelstand, der die bildende Kraft des chemischen Unterrichts verringert. Daß die meisten dieser Einwände durch die methodischen Anordnungen des Stoffes durch Arendt und Wilbrand entkräftet worden sind, wird später gezeigt werden. Auch die Behauptung von Freyholds ist nicht stichhaltig, im physikalischen Unterrichte könne dem Schüler der innerste Grund des gesetzmäßigen Verlaufs einer Erscheinung gezeigt werden, in der Chemie aber sei dies nicht möglich. Die Frage ist offenbar verfehlt, warum sich Quecksilber und Sauerstoff gerade zu einem roten Pulver und nicht zu einer weißen Flüssigkeit verbinden. Wer kann das überhaupt ergründen? Mit solchen unlösbaren Problemen und mit tiefsinnigen Theorien befaßt sich der Schulunterricht überhaupt nicht, sondern er ist rein empirisch zu betreiben.

So berechtigt manche dieser Bedenken seinerzeit auch sein mochten, wird doch gegenwärtig kaum ernstlich mehr bezweifelt, daß chemische Kenntnisse zur allgemeinen Bildung nötig sind. Die größten Schwierigkeiten sind überwunden, und die Chemie hat schon seit geraumer Zeit Aufnahme in die Lehrpläne der Volksschule gefunden. Kehr ist überzeugt, „daß der Betrieb dieses Unterrichtszweiges in der Volksschule viel weniger Schwierigkeiten bietet als der Unterricht in der Physik“.[2]) Und wir erkennen die volle Berechtigung des Ostwaldschen Wortes an seinen Schüler an: „Du wirst sehen, Chemie zu lernen, ist ebenso lustig, wie im Walde zu spazieren“![3])

2. Kapitel.

Die Auswahl und Anordnung des chemischen Lehrstoffes.

A. Die Chemie als selbständiges Lehrfach.

Wer von der Notwendigkeit des chemischen Unterrichts in der Volksschule überzeugt ist, dem drängt sich als zweite Frage die nach einer möglichst zweckmäßigen Auswahl und Anordnung des chemischen Lehrstoffes auf, und er sucht nach Unterlagen, auf die er sein Lehrgebäude gründen kann. Es kommen hierfür die Schriften dreier Männer in Betracht, die nicht nur Chemiker von Fach, sondern zugleich auch Pädagogen sind. Stöckhardt, der Verfasser der „Schule der Chemie“, und Ostwald, der einen „modernen Stöckhardt“ schrieb — d. h. die

1) von Freyhold: „Vergleichende Untersuchungen des relativen Wertes und auszuwählenden Lehrstoffes der naturwissenschaftlichen Schulfächer, besonders Botanik, Zoologie und Mineralogie auf höheren Knaben- und Mädchenschulen“. Freiburg 1878.

2) Kehr, S. 217.

3) Ostwald, „Schule der Chemie“, S. 4.

Grundlehren der Chemie in meisterhafter Weise allgemeinverständlich, aber selbst in den ersten Anfängen auf physikalische und allgemeine Chemie gegründet, darstellte — sie beide sind auf wissenschaftliche Vollständigkeit bedacht, behalten die naturhistorische Anordnung des Stoffes nach den Elementen bei und müssen deshalb als Autoren angesehen werden, deren Lehrbücher nicht speziell für den Volksschulunterricht, wohl aber als Quellenwerke für den Lehrer bestimmt sind. Arendt verließ die althergebrachte Anordnung nach den chemischen Elementen, ordnete nach physikalischen und chemischen Vorgängen und Erscheinungen an und arbeitete vor allem einen methodischen Lehrgang für die Volksschule aus, der vorbildlich geworden ist für die weitere Ausbildung des chemischen Unterrichts in der Volksschule. Arendt, Ostwald, Stöckhardt und ebenso alle anderen Schulmänner, die ihren Lehrgang an die wissenschaftliche Systematik anlehnten, wollten die Chemie als selbständiges Lehrfach betrieben wissen.

Es wird nun im folgenden zunächst auf Stöckhardt und die Schulmänner, die sich auf ihn gründen oder wenigstens, wie er, an einer systematischen Ordnung des Stoffes festhalten, sowie auf Ostwalds „Schule der Chemie", dann aber ganz besonders auf Arendts Lehrplan für Volksschulen näher eingegangen werden müssen, der, wie gesagt, den andern gegenüber eine gänzlich gesonderte Stellung einnimmt.

Die Ordnung des Stoffes nach chemischen Elementen.

Durch das rasche Aufblühen der Chemie um die Mitte des vorigen Jahrhunderts veranlaßt, bemühte sich eine große Zahl von Pädagogen, die chemischen Lehren in möglichst faßlicher Weise auch für die Schule darzustellen und in Anlehnung an die wissenschaftliche Systematik die Grundlagen eines Lehrganges zu entwerfen. Daß hierzu im wesentlichen Stöckhardts „Schule der Chemie"[1]) benutzt wurde, wird in verschiedenen Schriften ausdrücklich hervorgehoben. So heißt es in einer Anmerkung zu den Lehrplänen der ersten und zweiten Bürgerschule der Stadt Merseburg aus dem Jahre 1850 von Lüben: „Da es bis jetzt noch an einem geeigneten Lehrbuche für diesen Unterrichtsgegenstand[2]) fehlt, so bleibt es Aufgabe des hierin unterrichtenden Lehrers, sich das Erforderliche hierfür selbst zusammenzustellen. Stöckhardts „Schule der Chemie" und Kopp, „Lehrbuch der chemischen Technologie" werden ihn dabei unterstützen." Schlichting bezeichnet seine „Chemischen Versuche einfachster Art" (1862) als eine Vorschule zu Stöckhardts „Schule der Chemie" und bemerkt, daß er die äußerst zweckmäßig gewählten Experimente derselben nicht habe umgehen können. Daß man sich gerade an Stöckhardt anschloß, liegt in dem Werte seines Lehrbuchs begründet, den es selbst gegenwärtig noch besitzt. Als erster

1) „Die Schule der Chemie" von Dr. Julius Adolf Stöckhardt. 1. Aufl. 1846.
2) Gemeint ist chemische Technologie.

betonte Stöckhardt den ungeheuren Wert des chemischen Experiments[1]) und schlug im wesentlichen den Weg der induktiven Methode und des heuristischen Lehrverfahrens ein. Wenn er auch in der Anordnung des Stoffes im großen und ganzen noch an der Systematik der Wissenschaft festhält, weicht er doch oft vom streng systematischen Lehrgang ab, wenn es ihm im Interesse der Auffassungskraft seiner Schüler geboten erscheint. Es ist interessant, daß sich schon Stöckhardt der Vorzüge eines analytischen Lehrganges, wie ihn später Arendt für die Volksschule[2]) und Wilbrand für Mittelschulen ausgearbeitet haben, völlig bewußt ist, ohne allerdings seine Ideen praktisch zu verwirklichen. Er äußert sich darüber in folgenden Worten: „Die überraschenden Resultate, welche durch die Jacototsche[3]) und Robertsonsche Methode des Sprachunterrichts erlangt worden sind, sie verdienen gewiß in hohem Grade auch die Aufmerksamkeit der Lehrer der Naturwissenschaften. Cum grano salis auf den naturwissenschaftlichen Lehrstoff angewendet, dürften die Prinzipien dieser naturgemäßen und anregenden Methoden sicherer zu erfreulichen Ergebnissen führen als die übliche starrsystematische, sog. wissenschaftliche Behandlung, bei der der Anfänger statt freudig von der Anschauung zum Begriff, vom Begriff zur Idee emporzuklettern, oft nur seufzend unter einem toten Ballast von aufgestapelten Namen und Notizen seine Straße zieht.“[4]) Die ungemein wichtige methodische Forderung Stöckhardts, daß dem chemischen Experimentieren die Klarlegung der wichtigsten Erscheinungen aus der Wärmelehre vorauszugehen habe, ist leider von späteren Methodikern fast gänzlich außer acht gelassen worden.

Während Stöckhardt systematische Vollständigkeit erstrebte, wurde naturgemäß von den Pädagogen, die die Chemie speziell für die Volksschule bearbeiteten, nur eine kleine Anzahl von Elementen, zumeist Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff und Kohlenstoff, zur unterrichtlichen Behandlung ausgewählt. Das Verdienst, die erste, der verfügbaren Zeit und der Auffassungskraft des Schülers entsprechende Stoffauswahl für den Schulunterricht getroffen zu haben, gebührt Johannes Crüger.[5]) Er wendet als erster bei der

1) Einleitung zur „Schule der Chemie“, S. II:
1. Die chemischen Experimente müssen einfach und gefahrlos sein.
2. Die Experimente müssen die Basis, das Fachwerk bilden für die Theorie.
3. Die Experimente müssen vorzüglich mit bekannten Körpern angestellt werden.
4. Die Experimente müssen in natürlicher Reihenfolge vom Bekannten zum Unbekannten aufsteigen.

2) Arendts Lehrgang für Mittelschulen ist synthetischer Natur. Er geht von den Metallen aus und schreitet zu zusammengesetzten Körpern (Oxyden usw.) fort.

3) Jacotot ging von einem lebendigen Ganzen aus und zerlegte es in seine Elemente. So wurde aus dem Satze aus Fénélons Telemach: „Calypso ne pouvait se consoler du depart d'Ulysse“, zunächst das erste Wort in seine Bestandteile zerlegt: Ca-lyp-so. C, a; Ca—l, y, p; lyp—s, o; so. usw. (Siehe Regener, Bes. Unterrichtslehre. S. 77.)

4) Einleitung zur 1. Aufl., S. III.

5) „Die Schule der Physik“ von Dr. Johannes Crüger.

Behandlung der Naturlehre die induktive Methode an und fordert sie konsequenterweise auch in der Chemie. Immer vom Versuche ausgehend, bespricht er eine Reihe der wichtigsten chemischen Elemente und sich an sie anschließende Erscheinungen. Von zusammengesetzteren Verbindungen behandelt er Schwefel-, Salpeter-, Kohlen- und Salzsäure, als Typus der Basen den gebrannten Kalk, als Einwirkungsprodukte von Säuren auf Basen einige Salze und sucht zum Schlusse an einem Schema die Explosion des Schießpulvers sowie die Zusammensetzung der resultierenden Verbrennungsprodukte zu erklären. Die organische Chemie hat in seinem Lehrplane keinen Platz gefunden.

Derselbe Mangel haftet den Lehrplänen Lübens an; dies findet aber einigermaßen seine Erklärung darin, daß bei Lüben der chemische Unterricht hauptsächlich als Vorbereitung für die Technologie dienen soll.

Unsere Ausführungen stützen sich auf zwei Lehrpläne,[1]) die gleichzeitig Gewähr dafür bieten, daß zu Anfang der fünfziger Jahre in einzelnen Schulen bereits chemischer Unterricht erteilt wurde.

Als Rektor der städtischen Bürgerschule zu Merseburg hob Lüben die bestehende Bürger- und Freischule auf und setzte an ihre Stelle die erste und zweite Bürgerschule mit Selekta, die bis zum 16. Lebensjahre besucht werden mußte.

Die Unterklassen der Bürgerschule besprachen Objekte aus allen drei Naturreichen, verglichen sie und waren im „Klassifizieren im Bereiche der drei oberen systematischen Einheiten" (Reich, Klasse, Ordnung) zu üben. In der Oberklasse erfuhr die Mineralogie dadurch eine Erweiterung, daß die Kenntnis der am häufigsten vorkommenden Grundstoffe der Mineralien vermittelt wurde. Der Unterricht in der chemischen Technologie beschränkte sich auf die beiden Klassen der Selekta und hatte die Aufgabe, „dem Schüler die Erscheinungen zu erklären, die sich im Bereiche der gewerblichen Tätigkeit bei der Umgestaltung der Naturprodukte zeigen".

Ein solcher Unterricht muß selbst in der Volksschule im Hinblick auf die spätere gewerbliche Tätigkeit vieler Schüler nachdrücklich gefordert werden, wenn man sie vor gedankenloser, schablonenhafter Arbeit bewahren will. Er gibt dem Schüler die Möglichkeit, einen tieferen Einblick in das Walten der Natur zu tun, bildet einen wichtigen Faktor zur Verbesserung des gewerblichen Kleinbetriebes und zeigt recht anschaulich, da es die Technologie auf eine möglichst nutzbringende Verwertung der Abfallprodukte abgesehen hat, die Ökonomie der Technik, welche für den einzelnen von erzieherischem Werte sein kann.

Dem technologischen Unterrichte ging ein vorbereitender Kursus voraus, der, in Rücksicht auf die in die Selekta neu eintretenden Schüler,

1) Lehrpläne für die erste und zweite Bürgerschule der Stadt Merseburg. Im Auftrage der städtischen Schuldeputation ausgearbeitet und herausgegeben von August Lüben, Rektor der städtischen Bürgerschule. 1850. Lehrplan für Landschulen des Bremischen Gebiets von Lüben. 1861.

zu Anfang jeden Jahres durchlaufen wurde. Seine Aufgabe bestand darin, die Schüler mit den wichtigsten chemischen Elementen und Verbindungen „in der Weise bekannt zu machen, wie es in der Naturgeschichte, namentlich mit den Gegenständen der Mineralogie zu geschehen pflegte, also nach ihren physikalischen Kennzeichen, d. h. nach Farbe, Geschmack, Geruch, Härte, spezifischem Gewicht, Kristallform und etwa nach ihrer Auflösbarkeit in Wasser, Weingeist u. dgl." Eine derartige Betrachtungsweise, die die Denkkraft 15jähriger Schüler viel zu wenig bildet und wegen der zahlreichen Kleinigkeiten und Äußerlichkeiten das Interesse an chemischen Objekten sehr bald schwinden läßt, ist bezeichnend für die Methode Lübens: zu große Bevorzugung der Systemkunde. Die bloß äußerliche Beschreibung der Objekte nach ihren wesentlichen und unwesentlichen Merkmalen zwecks Bildung eines Systems veranlaßt zu rein gedächtnismäßiger Aneignung des Lehrstoffes und führt wegen der Übereinstimmung vieler chemischer Substanzen hinsichtlich wichtiger physikalischer Eigenschaften zu Verwirrung in den jugendlichen Köpfen. Der chemische Unterricht darf sie zwar nicht unbeachtet lassen, er soll aber auf sie nicht das Hauptgewicht legen.

Der vorbereitende Unterricht Lübens hatte noch eine zweite Aufgabe zu erfüllen. Durch Experimentieren mit 6—8 chemischen Elementen sollte der Schüler nicht nur vertraut gemacht werden „mit der chemischen Analyse und Synthese", sondern überhaupt mit der der „Chemie eigentümlichen Methode und Logik".

In den Mädchenklassen wurde die dem propädeutischen Unterricht in der Chemie folgende Technologie mit der Physik verbunden und zog nur das zur Besprechung heran, was sich an die häuslichen Verhältnisse anschließen ließ.

In den Knabenklassen als selbständiges Unterrichtsfach betrieben, hatte die chemische Technologie die einzelnen Gewerbe, nach den ihnen zugrunde liegenden Prozessen oder nach ihrer Verkettung in der industriellen Praxis in Gruppen gefaßt, zu betrachten und den wichtigeren auch eine Übersicht über ihre geschichtliche Entwicklung anzuschließen.

Durch diesen Lehrgang ist der Technologie die methodisch richtige Stelle angewiesen. Leider sind nun die wenigsten Schulen in der Lage, der Technologie größere Beachtung zu schenken. Sie gliedern dieselbe, entsprechend der Forderung, im Unterrichte zu konzentrieren — das bedeutet in diesem Falle, die einzelnen Zweige eines Lehrfaches bei der Behandlung möglichst zu vereinen — meist der Besprechung der einzelnen naturgeschichtlichen Objekte an. Aber immer muß sich der Lehrer dabei die Frage vorlegen: Welche vorbereitenden Besprechungen sind nötig, damit eine technologische Betrachtung mit der erforderlichen Gründlichkeit geführt werden kann? Die Analyse des kindlichen Gedankenkreises und die sich daranschließende Vorbereitung raubt oft zu viel Zeit, wenn nicht ein bestimmtes Maß physikalischer und chemischer Kenntnisse vorausgesetzt werden kann.

Auch in den Lehrplan wenig gegliederter Schulen nahm Lüben die Chemie mit auf. Als Seminardirektor in Bremen verfaßte er 1861 einen „Lehrplan für Landschulen des Bremischen Gebiets". Die Mineralogie sollte in einer dreiklassigen Landschule in den zwei oberen Klassen während des Winterhalbjahres gelehrt werden, und zwar waren für die Mittelklasse die brennbaren Mineralien, das Salz und die wichtigsten Metalle vorgeschrieben. In der Oberklasse beschränkte sich der Unterricht in der Mineralogie „auf genauere Kenntnis des Bodens nach seinen für die Landwirtschaft in Betracht kommenden Bestandteilen und auf Belehrung über die Steigerung seiner Ertragsfähigkeit". Physik und Chemie sind in der Unter- und Mittelklasse durch leicht erklärbare Erscheinungen aus der Erfahrung des Kindes vorzubereiten. In der Oberklasse aber hat die der Physik folgende Chemie die gewöhnlichsten Vorgänge im häuslichen Leben und in der Landwirtschaft zu erklären.

Der chemische Lehrstoff wird durch folgende Angaben enger begrenzt: Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Kohlenstoff, Kohlensäure, Essig, Ammoniak, Feuer, Feuerzeuge, Wasser, die wichtigsten Metalle und Gewürze, Bearbeitung des Ackerbodens, Entziehung der Bestandteile des Bodens durch den Pflanzenwuchs, Fruchtfolge, Düngung.

Aus beiden Lehrplänen ist ersichtlich, daß Lüben bemüht war, die Auswahl des chemischen Lehrstoffes den örtlichen Verhältnissen und dem künftigen Berufe des Schülers nach Möglichkeit anzupassen.

Das erste speziell für den chemischen Unterricht in Volksschulen bestimmte Lehrbuch, eine Frucht pädagogischer Erfahrungen, ist die „Chemie" von Berthelt.[1]) Noch aus zwei anderen Gründen scheint sie uns für die Methodik des chemischen Unterrichts in der Volksschule besondere Wichtigkeit zu haben. Ihr Erscheinen fällt in die Zeit der Stiehlschen Regulative, durch die bekanntlich in Preußen die Anknüpfung sämtlicher Realien an das Lesebuch angeordnet wurde. Dieser pädagogische Rückschritt bedeutete für den chemischen Unterricht vollständige Ausschließung aus dem Lehrplane auch der wenigen Schulen, die ihn bereits aufgenommen hatten, da die Lesebücher che-

1) Chemie. Für Schulen und zum Selbstunterrichte von A. Berthelt. 1. Aufl. 1853. 2. Aufl. 1856. Bereits im Jahre 1851 suchte Berthelt die deutsche Lehrerwelt durch zwei Abhandlungen von der Notwendigkeit, dem Bildungswert und der Möglichkeit eines chemischen Unterrichts in der Volksschule zu überzeugen. Sie sei berufen, im Volke festgewurzelte Irrtümer (besonders die Lehre von den vier alten Elementen) zu beseitigen. Der Schulunterricht, als Grundlage wahrer Menschenbildung, soll den Schüler auch „zu der großartigen Vorstellung erheben, daß die ganze Erde mit allem, was darauf ist, aus wenig Stoffen und nach einfachen Gesetzen gebildet ist". Das Kind soll auch an der Hand chemischer Belehrungen denkend immer tiefer ins Innerste der Natur eindringen und, sich in Demut vor dem Schöpfer der Welten beugend, über die Größe des Menschengeistes staunen, der den Schleier der Natur völlig zu heben bestrebt ist. (Siehe Zeitung des allgemeinen Deutschen Lehrervereins 1851: Ein Blick durch die chemische Brille. Die Atom-Hypothese.)

mische Stoffe überhaupt nicht boten und ein ausschließlich auf Versuche sich gründendes Verfahren mit der gegebenen Bestimmung schlechterdings unvereinbar war. Darum mußte ein Lehrgang für die unterrichtliche Behandlung eines bisher fast gänzlich vernachlässigten Stoffes um so größeres Aufsehen erregen. Dazu kommt noch drittens, daß Berthelt zum ersten Male neben der anorganischen auch die organische Chemie in gewissen Grenzen in der Schule behandelt wissen wollte.[1])

Nach Berthelt soll der chemische Unterricht mit einer Reihe allgemeiner Betrachtungen beginnen. Belehrungen über die Allgemeinheit chemischer Vorgänge, über die Atomhypothese, chemische Verwandtschaft, einfache und zusammengesetzte Stoffe usw. werden den Versuchen mit den vier Elementen (O, H, N, C) vorausgeschickt. Wenn diese Abweichung vom rechten Wege, durch Induktion allgemeine Wahrheiten aus einer oder mehreren bekannten Einzelerscheinungen zu gewinnen, als unmethodisch bezeichnet werden muß, so können selbst Pädagogen unserer Zeit von ihm lernen, daß die stöchiometrischen Grundgesetze als reine Erfahrungstatsachen und nicht auf Grund theoretischer Erwägungen zu gewinnen sind. Bevor er zu den zusammengesetzten Körpern (Säuren, Basen, Salzen) übergeht, macht er den Schüler mit der chemischen Zeichenschrift bekannt und läßt die Ableitung aus der Atomhypothese nur zum Zwecke besserer Anschauung folgen.

Es kam Berthelt nicht nur darauf an, das Verständnis anorganisch-chemischer Vorgänge und ihrer Gesetzmäßigkeiten zu vermitteln; er wollte auch die wichtigsten Lebensvorgänge im Pflanzen- und Tierkörper auf elementare Weise erklären. Während Crüger nur eine lückenhafte Einteilung der organischen Verbindungen bietet, von der Gewinnung der Stärke und ihrer Umwandlung in Zucker, der geistigen Gärung und Essigbildung spricht und nur ganz wenig von der Erhaltung des tierischen und pflanzlichen Lebens erwähnt, teilt Berthelt seine organische Chemie geradezu in die der Pflanzen- und Tierwelt ein. Da jede Pflanze aus Zellen mit Zellwand und Zellinhalt besteht, muß uns die Chemie aufklären über die Zusammensetzung, Eigenschaften und Verwendung der Pflanzenfaser (Zellulose) und der Stoffe, welche das Innere der Zellen erfüllen.

Von den allgemeinen Pflanzenstoffen (das sind solche, die sich fast in jeder Pflanze in größerer oder geringerer Menge finden)

1) Die Wichtigkeit der organischen Chemie für das Verständnis des Naturlebens und die daraus resultierende Notwendigkeit derselben für den Jugendunterricht wird besonders von Liebig betont. „Die Chemie des täglichen Lebens“ von Johnston (1856) soll als Handbuch derselben für Schulen dienen, hat aber sicher wegen ihrer dogmatischen und weitschweifigen Darstellung nicht besondere Beachtung gefunden. Der ausschließlich der täglichen Erfahrung entnommene Lehrstoff wird an „chemische Individuen“ (Luft, Wasser, Boden, Brot, Fleisch usw.) angeschlossen oder in Gruppen (Getränke, Spirituosen, narkotische Mittel, Gifte, Wohlgerüche usw.) behandelt.

hebt er als wichtig hervor: Stärke, Gummi und Zucker (als stickstofffreie), Eiweiß, Käsestoff und Kleber (als stickstoffhaltige), die Verwandlung der Stärke in Dextrin und Zucker, dessen Zersetzung in Weingeist, Äther und Essig, wobei die einschlagenden Industriezweige und die Verwendung im Hause nicht unberücksichtigt bleiben dürfen. Von den besonderen Pflanzenstoffen (solche, die nur in dieser oder jener Pflanze vorkommen) bespricht er die wichtigsten organischen Säuren, Basen, Fette, Öle, Harze und Farbstoffe und beschließt die Pflanzenchemie mit der Betrachtung unorganischer Bestandteile und der Ernährung der Pflanze.

Aus der Chemie des tierischen Organismus hat die Volksschule mit dem Kreislauf der Nahrungsstoffe, der Zusammensetzung des Blutes und einiger fester Teile des Körpers bekannt zu machen, und da dem menschlichen Körper alle Elemente erst durch die Nahrungsmittel zugeführt werden, muß jeder Mensch die an sie zu stellenden allgemeinen Forderungen, sowie die Bestandteile der wichtigsten[1]) im besonderen kennen lernen.

Durch seine Stoffauswahl und -anordnung bezweckte Berthelt unstreitig, im Kreislauf des Stoffes dem Kinde das tiefste Wesen und Geheimnis der Natur zum Verständnis zu bringen, und kommt damit dem Ziele des chemischen Unterrichts unserer Zeit so nahe, daß wir recht wohl Kehrs Bemerkung[2]) verstehen, Berthelt habe mit seiner „Chemie“ „ein Büchelchen geliefert, welches für viele ein ungleich besserer Wegweiser geworden ist, als manches der später erschienenen dickleibigen Werke“. Berthelt, ein durchaus erfahrener Schulmann, hat auch selbst das Bewußtsein gehabt, daß er der Schule seiner Zeit mit der Herausgabe dieser kleinen Schrift einen großen Dienst geleistet habe; denn er schreibt 1854 in der allgemeinen Deutschen Lehrerzeitung (Bücherschau): „Was mein zweites Schriftchen, die Chemie, betrifft, so will es mir selbst besser noch gefallen als die Naturlehre, und ich halte auch die Abfassung desselben insofern für verdienstlicher, als auf dem Büchermarkte ein ähnliches Schriftchen, soviel mir bekannt, noch nicht vorhanden ist.“ An derselben Stelle bemerkt er auch, daß er bei Abfassung des Lehrbuches mehr an den Lehrer als an den Schüler gedacht habe. Dem Lehrer soll ein billiger Führer durch die Chemie an die Hand gegeben werden, der ihn befähigt, einen seinen Zwecken entsprechenden Lehrplan auszuarbeiten. Es berechtigt dies zu dem Schluß, daß Berthelt, der selbst Chemie erteilte, in praxi sich wohl ein engeres Ziel steckte. Die Lehrgänge der 1. Bürgerschule zu Dresden, an der Berthelt von 1846—74 Direktor war, weisen folgende Vorschriften auf:

1867. II. Klasse: Die wichtigsten Elemente, ihre Verbindungen und technische Verwertung.

---

1) Milch, Eier, Fleisch, Getreide, Hülsenfrüchte, Kartoffeln, Gewürze, Getränke.
2) Kehr, Geschichte der Methodik. S. 277.

I. Klasse: fehlt! (Höchstwahrscheinlich Fortsetzung und organische Chemie.)

1877: III. und II. Klasse: Mineralogie: Die wichtigsten Brenzen und Metalle.

I. Klasse: fehlt.

Von 1876 an war Berthelt Bezirksschulinspektor für Dresden. Während seiner Tätigkeit als solcher entstand 1885 ein neuer Lehrplan.

Chemie: Klasse II: Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoff, Stickstoff und ihre wichtigsten Verbindungen.

Klasse I: Die übrigen Elemente.

Diesterweg hat dem Bertheltschen Werke seine Anerkennung nicht versagt; er schreibt aber Schlichting ein noch größeres Verdienst um den chemischen Schulunterricht zu.[1]) Es ist dies darauf zurückzuführen, daß ihm Schlichtings bereits erwähnter Vortrag aus dem Jahre 1861 noch frisch im Gedächtnis war. Dem Urteile Diesterwegs kann nur zum Teil Gültigkeit zugeschrieben werden: Schlichting geht zwar immer vom Versuche aus und sucht „die beobachteten Erscheinungen mit den chemischen Gesetzen in Einklang" zu bringen. Aber der unbeschränkte Gebrauch der Formel, worauf später noch einmal zurückzukommen ist, drückt den pädagogischen Wert des Lehrbuches wesentlich herab, und der gänzliche Ausschluß der organischen Chemie aus dem Lehrplane der Volksschule muß unbedingt als Rückschritt bezeichnet werden. Daß jeder Lehrer, der sich mit anorganischer Chemie beschäftigt hat, ohne Schwierigkeit auch die Auswahl des für die Volksschule wichtigen und nötigen organisch-chemischen Stoffes nach einem größeren Werke treffen könne, ist eine irrige Ansicht.

Im letzten Drittel des 19. Jahrhunderts ist die physikalische Chemie mehr und mehr in den Vordergrund getreten, und gegenwärtig sind ihre Ergebnisse soweit gefestigt und von so allgemeiner Bedeutung für die gesamte Chemie, daß man eine gewisse Berücksichtigung derselben in der Schule verlangt. In den Mittelpunkt dieser Bestrebungen ist W. Ostwald getreten durch die Herausgabe seiner „Schule der Chemie". Ostwalds Werk ist für unsere Zeit dasselbe, was Stöckhardts „Schule der Chemie" für die zweite Hälfte des 19. Jahrhunderts war. Wie diese zunächst nicht unmittelbar für die Volksschule bestimmt war, so auch jene nicht, und wie diese oft die starr-systematische Stoffordnung durchbricht, so nimmt jene besonders in ihrem ersten allgemeinen Teile eine Mittelstellung zwischen der Anordnung nach Elementen und nach chemischen Erscheinungen ein. Ostwald gründet sein Werk auf die wissenschaftlichen Ergebnisse der allgemeinen und physikalischen Chemie und stellt diese in elementarer Weise dar. Wenn er nun die Notwendigkeit und Möglichkeit betont, „den Unterricht bereits auf seiner ersten Stufe in solchem Sinne durchzuführen", so ist

1) Diesterwegs ausgewählte Schriften von Langenberg. IV. Bd. S. 158.

damit der Anfangsunterricht in Mittelschulen gemeint. Dies wird besonders aus dem zweiten systematischen Teile ersichtlich, in dem auf die wichtigsten wissenschaftlichen Theorien eingegangen, die chemische Terminologie und Zeichenschrift angewandt, stöchiometrische Berechnungen ausgeführt und chemische Kenntnisse vermittelt werden, die nur im Plane einer Mittelschule auftreten können[1]), weil sie für eine spätere wissenschaftliche Beschäftigung mit der Chemie vorbereitend und grundlegend sind. Das Ziel des chemischen Unterrichts in der Volksschule ist aber ein wesentlich anderes: Es handelt sich hier nur um eine rationelle Auffassung einiger wichtiger und einflußreicher Erscheinungen, die allerdings in einer Form behandelt werden können und müssen, die dem jeweiligen Stande der Chemie entspricht. Da nun der chemische Unterricht in der Volksschule schwerlich an der naturhistorischen Anordnung nach den Elementen festhalten kann, wie sie Ostwald besonders im zweiten Teile der „Schule der Chemie" durchführt, muß der Lehrer eine zweckentsprechende Auswahl treffen und seinem Lehrgange einfügen. Für uns kommt in der Hauptsache der erste Teil in Betracht, welcher zeigt, wie leicht chemische Vorgänge recht anschaulich gemacht werden können. Der Begriff der Arbeit und der Energie sowie die Fähigkeit derselben, in andere Formen überzugehen, das einfache chemische Gleichgewicht, das Gesetz von der Beständigkeit und Stetigkeit der Naturerscheinungen, der Wert der Naturgesetze und Hypothesen sind in den obersten Klassen der Volksschule leicht verständlich zu machen.

Anordnung des Lehrstoffes nach chemischen Vorgängen und Erscheinungen.

Ein großer Teil des Stoffes aus dem ersten Teile der „Schule der Chemie" kann neben rein physikalischen Lehren einem propädeutischen Unterricht auf der Mittelstufe[2]) zugewiesen werden, der bei der Anordnung des Stoffes allerdings nur die chemischen und physikalischen Erscheinungen maßgebend sein lassen darf. Erst in den letzten beiden Schuljahren treten Physik und Chemie getrennt, und zwar so auf, daß im 7. Schuljahre die erstere, im 8. aber die letztere stärker betont wird. Die Betrachtung der Erde als Lebensgemeinschaft am Schlusse der Schulzeit läßt beide wieder vereint als Hilfswissenschaften der Biologie und Mineralogie erscheinen, um die Naturobjekte noch einmal in allen ihren gegenseitigen Beziehungen unter einem einheitlichen Gesichtspunkte zusammenzufassen. In wenig gegliederten Schulen fällt dieser vorbereitende Unterricht teils der Physik, teils der Naturgeschichte zu. Dabei muß ausdrücklich hervor-

1) Boyle-Mariottesches Gesetz (die Fassung desselben in eine Formel: $pv = k$, $pv = mK$, $\frac{pv}{m} = K$), Darstellungen normaler Lösungen, Äquivalentgewichte usw.

2) 5. oder 6. Schuljahr.

gehoben werden, daß dieser Unterricht, den man als allgemeine Stofflehre[1]) bezeichnen könnte, vorwiegend auf experimenteller Grundlage ruhen muß, und es gilt für ihn die Bemerkung Julius Wagners, der übrigens einen solchen Unterricht auch für Mittelschulen fordert[2]), daß es dabei weniger auf die Erweiterung der Kenntnisse, als vielmehr auf die Klarstellung, Ordnung und Verknüpfung bereits vorhandener Begriffe ankomme. Eine Mehrbelastung des Stundenplanes wird kaum eintreten; denn wenn man die Zeit für den in den Unter- und Mittelklassen wegfallenden mineralogischen Unterricht der Pflanzen- und Tierkunde zuweist, dann kann deren Stoffplan eher zu Ende geführt werden, und man gewinnt Zeit für die Behandlung physikalisch-chemischer Erscheinungen.

Es handelt sich in diesem propädeutischen Unterricht besonders um folgende Stoffgebiete:

1. Der Unterschied zwischen Körpern und Stoffen.
2. Die Eigenschaften der Stoffe (wobei auch besonders Mineralien zu beachten sind): Härte, Farbe, Glanz, Löslichkeit, Dehnbarkeit, Sprödigkeit, Dichte, Masse und Gewicht usw.
3. Stoffe und Gemenge.
4. Die Trennung der Stoffe durch Schlämmen, Filtrieren, Dekantieren usw.
5. Die Änderungen der Eigenschaften der Stoffe durch Wärme und Kälte. Die Formarten. Der Wasserdampf, Eis und Schnee, Ausdehnung der Luft. Einfluß mechanischer Energie auf die Stoffe, Anderung der Dichte, Kompression.
6. Das Messen (von Längen, Flächen, Räumen) der Masse und des Gewichts, der Wärme (Thermometer) und (durch Analogieschlüsse!) ganz allgemein auch des Lichtes und der Elektrizität.

Damit wird gleichmäßig der Physik und Chemie gedient; denn es werden Begriffe geklärt, die in beiden Unterrichtsfächern immer und immer wieder angewandt werden, ohne daß der Schüler volle Klarheit über sie besitzt, weil man sie für selbstverständlich hält; und „selbstverständlich ist — nach Ostwald — alles, worüber man nicht nachgedacht hat". Außerdem sind die Versuche und die sich dabei abspielenden Vorgänge so einfacher Art, daß es kein besseres Mittel gibt, als an ihnen für kompliziertere Erscheinungen in Physik und Chemie die Beobachtungsgabe vorzubilden.

Man kommt hiermit den Ideen Arendts näher, der zuerst — und zwar bereits in den sechziger Jahren[3]) des 19. Jahrhunderts — durch

1) Unter dieser Bezeichnung behandelte Julius Wagner 1903/04 das einschlägige Gebiet in einer in die Chemie einführenden Vorlesung.

2) Vergl. Beiträge zur Frage des naturwissenschaftlichen Unterrichts an den höheren Schulen. S. 60 und 68.

3) Arendt, „Über den Unterricht in der Chemie an höheren und niederen Schulen".

einen ähnlichen Unterricht das Gebiet der eigentlichen Chemie vorbereitet wissen wollte, wobei er auch einzig und allein durch chemische Erscheinungen bezw. chemische Reaktionen die Stoffanordnung bestimmen läßt. Aber erst 1878 erschienen seine „Materialien für den Anschauungsunterricht in der Naturlehre", in welchen Arendt einen Lehrplan für niedere Schulen und untere Klassen höherer Lehranstalten darbot.

Für Schüler zwischen dem 7. und 14. Lebensjahre bestimmt, ist der Lehrgang dementsprechend ein siebenstufiger und enthält „alles, was jeder ohne Rücksicht auf seinen künftigen Lebensberuf von physikalischen und chemischen Dingen während der Schulzeit zu seinem geistigen Eigentum machen sollte".[1]) Solche Erscheinungen, welche zwischen Physik und Chemie die Mitte halten, bilden den Anfang des Unterrichts und sollen den Schüler dahin führen, auch verwickeltere chemische Vorgänge bei steter Anwendung des Versuchs und der induktiven Methode selbsttätig zu erfassen. Eine vollständige Verbindung von Physik und Chemie hält Arendt für untunlich, und dies wird wohl allgemeine Ansicht sein. Viele physikalische Lehren stehen mit chemischen in engem Zusammenhange und werden deshalb auch meist mit ihnen zugleich behandelt oder an sie angeschlossen. Allmählich muß aber eine völlige Scheidung beider Fächer eintreten, weil manche Gebiete der Physik — man denke nur an die Optik, Akustik, oder die Statik und Mechanik fester Körper — in der Chemie keine Anknüpfungspunkte finden.

Als erster hat dann Arendt, wie erwähnt, die leider auch heute oft noch beibehaltene naturhistorische Anordnung des Stoffes nach den Elementen verlassen, da sie die einfachsten und anerkanntesten Regeln der Didaktik[2]) außer acht läßt, und machte die chemischen Vorgänge zum stoffordnenden Prinzip. Der Unterricht knüpft an chemische Substanzen an, die im gewerblichen und häuslichen Leben eine große Rolle spielen und dem Schüler ihrem Trivialnamen und ihrer Verwendung nach meist bekannt sind.[3]) Dadurch erhält der Unterricht schon von vornherein eine wesentlich praktische Richtung, macht einen besonderen mineralogischen Unterricht unnötig, schreitet von der unmittelbaren Anschauung zu verwickelten Erscheinungen fort und läßt das Interesse nie erlahmen. Dazu ermöglicht der Arendtsche Lehrgang leichter wie jeder andere, von Hypothesen und Theorien abzusehen und die chemischen Lehren als reine empirische Tatsachen darzustellen.

Im Mittelpunkte des vorbereitenden Unterrichts steht das Wasser in seinen verschiedenartigen Einwirkungen auf die Stoffe. Während es zunächst als indifferentes Lösungsmittel vorwiegend in seinen physi-

1) „Technik der Experimentalchemie". S. 180.

2) Knüpfe an die tägliche Erfahrung des Kindes an! Schreite vom Anschaulichen zum Begriffe fort! Der Lehrgang sei sprunglos: Das Nachfolgende baue sich auf dem Vorhergehenden auf! Der Unterricht rege die Selbsttätigkeit an! usw.

3) Solche Stoffe sind: Sand, Ton, Zucker, Soda, Bittersalz, Kalk, Kreide, Hirschhornsalz, Scheidewasser, Salmiakgeist usw.

kalischen Wirkungen (Lösen von Zucker und Kochsalz, Schlämmen von Sand und Ton) auftritt, bieten sich bereits auf der zweiten und dritten Stufe unmittelbar vollkommene chemische Anschauungen im Verluste und der Wiederaufnahme des Kristallwassers dar. Dasselbe ist auch beim Brennen und Löschen des Kalkes der Fall. Die dabei eintretende Erwärmung, der Gewichtsverlust oder die Gewichtszunahme werden als wesentliche Merkmale chemischer Vorgänge konstatiert. Auf der dritten Stufe wird der Begriff der Lösung und des Kristallwassergehaltes durch Anwendung gefärbter Salze erweitert und vertieft und die Verwitterung nicht nur als Wasserverlust oder -aufnahme, sondern als eine tiefer greifende chemische Zersetzung erkannt. (Starkes Erhitzen von $CuSO_4$ und $FeSO_4$.) Einige Salzreaktionen zeigen die Wechselzersetzung chemischer Substanzen in wässerigen Lösungen, das „erste sichtbare Zeichen einer vor den Augen sich abwickelnden chemischen Reaktion, d. h. einer Veränderung der Substanz", und als Mittel, die betreffenden Stoffe ihren Namen und Eigenschaften nach dem Gedächtnis fester einzuprägen. Rein physikalische und physikalisch-chemische Erscheinungen, wie die Ausdehnung fester und flüssiger Körper durch die Wärme, Wärmestrahlung und -leitung, Destillation und Sublimation, das Sieden und der Siedepunkt von Salzlösungen schließen den vorbereitenden Unterricht ab, der in der Hauptsache die chemischen Substanzen nach ihren physikalischen Eigenschaften erörtern, auf die wirklich chemischen Vorgänge aber nur hindeuten soll.

Der eigentlich chemische Unterricht beginnt erst mit dem 5. Schuljahre. Er geht auf dem eingeschlagenen Wege einen Schritt weiter und sucht „durch ein planmäßiges Experimentieren mit bekannten Körpern und eine logische Verknüpfung der dabei wahrgenommenen Erscheinungen die verborgenen chemischen Eigenschaften derselben immer mehr zur Anschauung" zu bringen. Da von zusammengesetzten Stoffen des kindlichen Erfahrungskreises ausgegangen wird, muß vorwiegend analytisch verfahren werden[1]), wodurch der Entwicklungsgeschichte der Chemie in ihren Grundzügen entsprochen wird.

Um die logische Gedankenfolge in Arendts Lehrgang ersichtlich zu machen, soll er in seinen Hauptpunkten kurz weitergeführt werden: Aus gewöhnlichem Brunnenwasser, aus kohlensaurem Wasser, wässeriger Salzsäure und Ammoniak werden die absorbierten Gase durch Erwärmen ausgetrieben, Soda, Pottasche, Kalkstein, Kreide durch Säuren zersetzt; die Luft wird analysiert, aus Kochsalz wird Salzsäure und aus dieser Wasserstoff und Chlor gewonnen. Da besonders die ersten der angegebenen Versuche umkehrbar sind, gestaltet sich das Unterrichtsverfahren hierin zu einem analytisch-synthetischen aus. Die sechste

1) Ein analytisches Verfahren erfordert auch der Wilbrandsche Lehrgang für Mittelschulen, während der Arendtsche für diese Schule den Lehrstoff in synthetischer Weise aneinanderfügt. (Metalle, Oxyde usw.) Vergl. Wilbrand, „Grundzüge der Chemie". Arendt, „Technik der Experimentalchemie." 2. Bd.

und siebente Stufe führt in das Gebiet der organischen Chemie, wobei „vor allem die Natur und Abstammung der Anschauungsobjekte einigermaßen aufgeklärt werden soll, aber nicht etwa in der Weise, daß die Zusammensetzung der organischen Körper im wissenschaftlichen Sinne erforscht[1]) wird, sondern nur insoweit die Darstellung und Benutzung, sowie die augenfälligsten, bekanntesten und für das praktische Leben wichtigsten Veränderungen dieser Körper in Frage kommen".[2]) Es handelt sich hierbei in der Hauptsache um die Verbrennungserscheinungen, um Destillationen organischer Substanzen, um Versuche mit Fetten, die Herstellung von Seife, Firnis und Pflastern, von Fuselöl, Fruchtessenzen usw. Daß es dabei nicht darauf abgesehen ist, auf analytischem Wege bis auf die chemische Elementarzusammensetzung zurückzugehen, ist klar, da dies ja sogar im anorganischen Teile in der Volksschule weder erwünscht noch geboten erscheint; denn das Hauptgewicht liegt nicht auf ihr, sondern auf dem anschaulichen Erfassen chemischer Vorgänge.

Ein berechtigter Einwand ließe sich allerdings gegen manche Einzelheiten des Arendtschen Lehrgangs geltend machen: Es häufen sich von Stufe zu Stufe immer mehr chemische Vorgänge und Erscheinungen, auf deren vollständige Erklärung erst im späteren Verlaufe des Unterrichts oder auch gar nicht eingegangen werden kann.[3]) Äußerer Verlauf und innere Wesenheit werden voneinander getrennt, ein Verfahren, das von manchen Schulmännern als unmethodisch bezeichnet wird. Wir stellen dieser Bemerkung ein Urteil Klödens, des Direktors der Berliner Gewerbeakademie, an die Seite: „So gewiß es ist, daß das Kind gewöhnt werden muß, bei jeder Naturerscheinung betrachtend, überlegend und nachforschend zu verweilen, so gewiß ist es auch, daß diese drei geistigen Tätigkeiten unmittelbar bei jeder Erscheinung aufeinanderfolgen müssen. Eine geht aus der anderen hervor und begründet die folgende. Es heißt der Natur Gewalt antun, diesen Zusammenhang zu zerreißen, die natürlichen Fragen des Kindes: Wie geht das zu? Wodurch geschieht das? zurückzudrängen und die Antwort jahrelang zu verschieben, weil die Frage nicht in die Methode paßt."[4]) In keinem Unterrichtsfache jedoch kann dies umgangen werden. Denn aus psychologischen Gründen kann auf einer bestimmten Altersstufe ein Stoffgebiet nur bis zu einem gewissen Punkte fortgeführt werden. Dem jüngeren Schüler entsprechen mehr die Tatsachen, dem gereifteren aber Kausalitätsverhältnisse. Sicher ist, daß der Arendtsche Lehr-

1) Siehe: Berthelt.

2) „Technik der Experimentalchemie." S. 284.

3) Technik der Experimentalchemie. S. 205. „Hier können vorerst nur Tatsachen konstatiert und durch genaue Beobachtung dem Vorstellungskreise des Schülers eingereiht werden, um später als Erfahrungsmaterial zur Auffindung neuer chemischer Anschauungen Benutzung zu finden." Die Reaktionen der Salze in wässerigen Lösungen. S. 207.

4) Kehrs „Geschichte der Methodik". S. 270.

gang an Lehrer und Schüler größere Anforderungen stellt, als die herkömmliche Bearbeitung des Stoffes nach den chemischen Elementen. Da er auch eine größere Förderung des Schülers schafft, muß jede Methodik des chemischen Unterrichts in der Volksschule notwendig an ihn anschließen.[1]) Ihm kann aber, ebensowenig wie irgend einem anderen allgemeine Gültigkeit zugesprochen werden. Die Subjektivität des Lehrplanes muß vielmehr gewahrt bleiben, d. h. bei seiner Ausarbeitung müssen auch die örtlichen Verhältnisse genügend berücksichtigt werden. Und da auch die Schule den Fortschritten der Wissenschaft folgen soll, wäre es wünschenswert, wenn ihr ein „moderner Arendt" erstünde.

Einige allgemeine, sich besonders auf die Auswahl des chemischen Lehrstoffes beziehende Bemerkungen sollen den Schluß dieses Kapitels bilden.

Im Jahre 1866 stellte Professor Senft[2]) drei Grundsätze auf, nach denen jeder Mensch alle die Stoffe und Prozesse kennen lernen soll, welche

1. den Gesundheitszustand seines eigenen oder des Körpers der für ihn wichtigen Tiere und Pflanzen beeinflussen,
2. sein Leben verschönern und
3. seinen Wohlstand heben.

In diese drei Gesichtspunkte werden die Luft mit allen ihren nützlichen und schädlichen Bestandteilen, das Wasser und die in ihm gelösten Stoffe, die Zusammensetzung der Nahrungsmittel, alle Stoffe und Prozesse, die uns im häuslichen und gewerblichen Leben entgegentreten und die künstlichen und natürlichen Nahrungsmittel der Pflanzen zusammengefaßt. Daß es sich hierbei nur um eine ganz beschränkte Auswahl und nicht um alle diese Vorgänge handeln kann, braucht kaum erwähnt zu werden; daß sie aber für jeden Menschen, für Knaben und Mädchen, alle so ziemlich von gleicher Wichtigkeit sind, wird hin und wieder verneint. Es ist allgemein anerkannt, daß dem Chemieunterrichte auch in Mädchenklassen eine seinem praktischen und erziehlichen Werte entsprechende Stelle eingeräumt werden muß. So wird in den ministeriellen Bestimmungen für das preußische höhere Mädchenschulwesen vom 31. Mai 1894 Chemie in Verbindung mit Geologie und Mineralogie vorgeschrieben. Der Lehrplan für einfache Volksschulen im Königreiche Sachsen vom 5. November 1878 schlägt in seinen „gutachtlichen Berichten" chemische Erscheinungen zur Behandlung in vier- und mehrklassigen Schulen vor, ohne eine besondere Einschränkung auf Knabenklassen zu treffen. Es wird aber dazu bemerkt, daß der naturkundliche Unterricht praktisch gestaltet werden solle und in Mädchenklassen besonderer Nachdruck darauf gelegt

1) Wagner, „Über den Anfangsunterricht in der Chemie". S. 16.
2) Die Chemie in der Volksschule. Lauckhards Reform X. S. 102ff., 168ff.

werden müsse, was in die Haushaltungskunde einschlägt.[1]) Regener sagt hierzu in bezug auf den chemischen Unterricht[2]): „In Mädchenklassen wird man besonders solche chemische Erscheinungen berücksichtigen, deren Verständnis eine rationelle Lebensweise und Lebensführung sowohl durch Herbeiführung normaler Bedingungen wie durch Beiseiteschaffung oder Unschädlichmachung störender Einflüsse anzubahnen vermag. Man wird also das Hauptgewicht auf solche Erscheinungen legen, die in der Häuslichkeit, am Kochherde, bei der Wäsche, in der Kinder- oder Krankenstube, bei Heizung und Beleuchtung von besonderer Bedeutung sind, um so die Schülerinnen zu nützlichen, im Denken und Handeln selbständigen Gliedern der Gesamtheit heranzubilden.“ In Knabenklassen muß demnach technologischen und agrikulturchemischen Vorgängen besondere Beachtung geschenkt werden, während die physiologischen für beide Geschlechter von gleicher Wichtigkeit sind. Eine derartige Auswahl des Stoffes ist schon an sich dazu angetan, das empirische und spekulative Interesse anzuregen und bildet vor allem individuell, weil der Neigung entsprechend, und fürs Leben. Eine peinliche Spezialisierung des chemischen Stoffes für Knaben und Mädchen soll keinesfalls vorgenommen werden, denn das Ziel des chemischen Unterrichts soll hier wie dort ein verständnisvolles Erfassen wichtiger Vorgänge und Erscheinungen in Haus, Gewerbe und Natur sein. Alle drei Gebiete sind für jeden Menschen so ziemlich von gleicher Wichtigkeit, und Belehrungen aus ihnen erheben Anspruch auf allgemeines Interesse. Technologische Vorgänge sind auch für die künftige Hausfrau von großem Werte, wie andererseits auch der zukünftige Familienvater und Staatsbürger ein gewisses Verständnis für die „Chemie der Küche“ besitzen soll.

Unter der Flagge „Chemie der Küche“ segeln verschiedene systematisch nach Elementen geordnete Lehrbücher[3]), von denen das bekannteste „Die Chemie der Küche“ von Franke ist. Er behandelt die wichtigsten Elemente und ihre bekanntesten Verbindungen, wobei meistens am Schlusse eines Kapitels, oft aber auch in den Unterrichtsstoff eingeflochten, chemische Vorgänge zur Betrachtung kommen, bei denen die eben gewonnene Erkenntnis in Haus, Gewerbe oder Natur zu beobachten ist. So schließt sich der Behandlung des Sauerstoffes das Sauerwerden des Bieres und der Milch an, und es wird darauf hingewiesen, wie man sich davor schützen kann. Ätherische Öle verdicken und verharzen an der Luft. Bei Schwefel und Chlor wird das Bleichen, beim Aluminium das Färben besprochen. Am Brennen des Küchenfeuers, an den Flammen der Lampen und Kerzen und der Anwendung der Seife lassen sich wichtige Ergebnisse gewinnen. — Auf Grund solcher praktischer Anwendungen kann kein Lehrbuch Anspruch

1) Lehrplan für die einfachen Volksschulen des Königreichs Sachsen vom 5. November 1878. 6. Aufl. 1893. S. 103, Anm. 161. S. 104, Anm. 164.

2) Regener, „Besondere Unterrichtslehre“. S. 255.

3) Chemisches Koch- und Wirtschaftsbuch und Marktbuch, beide von Klenke.

auf eine Sonderstellung oder -bezeichnung erheben; denn jeder nach pädagogischen Grundsätzen erteilte Chemieunterricht drängt zu ihrer Beachtung hin, zumal wenn er sich bemüht, immer aus dem Leben zu schöpfen und fürs Leben zu bilden. Man wird darum auch die Behauptung verstehen, daß solche Kenntnisse keinem der beiden Geschlechter vorenthalten werden dürfen.

Der organische Teil der Chemie wird vertreten durch die Lehre von den Nahrungsmitteln, die ebensogut der Menschenkunde angegliedert werden könnte. Als wichtiger Teil der Gesundheitslehre wird sie von der Pädagogik der Gegenwart lebhaft gefordert. Die Chemie kann wohl zu ihrem Verständnis mit beitragen, sie muß aber nicht ihretwegen als besonderer Unterrichtszweig in den Lehrplan der Volksschule eingefügt werden; denn der Volksschüler kann in seinen chemischen Anschauungen und Begriffen überhaupt nicht soweit gefördert werden, daß er die chemischen Vorgänge, die sich infolge der Zubereitung der Nahrungsmittel und während ihres Ganges durch den menschlichen Körper an ihnen vollziehen, vollständig erfaßt. Die Behandlung soll und kann keine wissenschaftliche sein; es werden vielmehr nur die Tatsachen konstatiert und aus ihnen praktische Schlüsse gezogen. Von Freyhold behauptet, daß derartige Kenntnisse nichts zur praktischen und allgemeinen Bildung beitragen.[1]) Gerade durch diesen Lehrstoff kann aber die Volksschule viel zur Hebung sozialer Mißstände in bezug auf die Ernährungsweise niederer Volksschichten beitragen. Darum soll er auch in Knabenklassen nicht allzusehr beschnitten werden, wenn es auch pädagogisch gerechtfertigt erscheint, daß ihm in Mädchenklassen größere Beachtung geschenkt werde.

Da von Freyhold den chemischen Unterricht für Schülerinnen von 13 oder 14 Jahren (selbst in höheren Töchterschulen) für zu schwer hält, wirft er die Frage auf: Wie kommt man überhaupt dazu, der Chemie eine so bevorzugte Stellung im Schulorganismus einzuräumen und ihr außerdem noch einen so gewählt klingenden Namen „Chemie der Küche" beizulegen? Physik, Botanik und Zoologie könnten mit Recht auch Anspruch auf dieses Attribut erheben, da sie im Haushalte eine ebenso wichtige Rolle spielen wie die Chemie.

B. Die Chemie als unselbständiges Lehrfach (im Lichte der Konzentration).

Während bisher der chemische Unterricht in der Volksschule als vollkommen selbständiger Zweig der Naturwissenschaften und, wenig-

1) „Eine mit den erreichbaren chemischen Kenntnissen ausgestattete Hausfrau wird schwerlich in der Küche, sei es durch persönliches Eingreifen, sei es durch ihre Oberleitung, mehr ausrichten, als eine erfahrene, praktisch gebildete Köchin, der chemische Begriffe böhmische Dörfer sind." (Vergleichende Untersuchungen über den relativen Wert und auszuwählenden Lehrstoff der naturwissenschaftlichen Schulbücher.) Es mag dies wohl wahr sein; wir erblicken aber doch einen Vorzug darin, wenn sie sich daneben auch der Gründe ihres Tuns einigermaßen bewußt ist.

stens zum größten Teile, ohne alle Beziehungen zu deren einzelnen Disziplinen und den übrigen Schulfächern betrachtet wurde, soll er uns im folgenden im Lichte der Konzentrationsidee entgegentreten, deren Bestreben immer auf Verbindung oder auf Vereinheitlichung gerichtet ist. Die Maßnahmen der Konzentration erstrecken sich nach Barth 1. auf eine Verbindung des Unterrichts in der Schule mit den Erfahrungen und Erlebnissen des Schülers außerhalb der Schule, 2. auf eine Verbindung der Zweige und des Lehrstoffes innerhalb eines Faches und 3. auf eine Verbindung der Lehrfächer untereinander.

Der ersten dieser Forderungen vollständig zu genügen, darauf waren, wie wir bereits hervorgehoben, die Bestrebungen Arendts in seinem niederen Lehrgange gerichtet. Sie wird wohl von jedem einsichtigen Vertreter der Chemie anerkannt werden. Leichter wie in den historischen Fächern und ebenso vollständig wie in Physik, Botanik und Zoologie kann der erste chemische Unterricht an die Erfahrungen des Schülers außerhalb der Schule anknüpfen. Bietet sich doch in Haus und Natur täglich dem Schüler eine große Menge von Beobachtungsmaterial dar. Das Kind hat Gelegenheit, das Rosten des Eisens, das Schwarzwerden silberner oder Grünwerden kupferner Geräte zu beobachten; die chemischen Vorgänge des Verbrennens, das Sauerwerden von Speisen und Getränken sind ihm nicht fremd; es hat gesehen, wie die Mutter Rost- und Fettflecken aus Kleidungsstücken entfernt. Dazu kommen noch technologische Beobachtungen, die zum Teil für verschiedene Orte gleich, zum Teile aber auch, je nach den herrschenden Industriezweigen, verschieden sein werden, wonach ihr unterrichtlicher Wert zu bemessen ist. Wir leiteten aus der Allgemeinheit der chemischen Vorgänge bereits die Notwendigkeit des chemischen Unterrichts ab. Wenn auch zugegeben werden muß, daß die chemischen Erfahrungen des Kindes in lückenhafter, unbestimmter Weise und, ohne wirklich als solche erkannt zu werden, gesammelt werden, sollen sie doch immer den Ausgangspunkt des Unterrichts bilden, damit die Vorstellungen nicht getrennte Teile des Bewußtseins ausmachen, sondern sich zur Einheit verknüpfen.

In bezug auf die zweite Forderung, die sich aus der Konzentrationsidee ergibt, ist Barth[1]) der Ansicht, daß die Pädagogik im Interesse der Konzentration den Versuch, die einzelnen Zweige der Naturkunde zu verbinden, wagen müsse, zumal bedeutende Männer wie Roßmäßler und unter gewissen Bedingungen auch Ziller[2]) eine solche Aufgabe nicht für unlösbar erklären. Sicher kann die menschliche

1) „Der Begriff Konzentration" von K. G. Barth. S. 87.

2) Ebenda (aus Zillers „Grundlegung" S. 425). Ziller hielt die Lösung des Problems für möglich, „wenn die äußere Natur durchaus als der Grund und Boden für das menschliche und gesellschaftliche Handeln angesehen wird, wenn die Betrachtung überall darauf gerichtet ist, daß aus ihr die Mittel für die Erreichung oder Förderung bestimmter Absichten entlehnt oder in ihr Hindernisse für diese Absichten erkannt werden, die mit Hilfe der Natur selbst zu beseitigen sind."

Kulturarbeit[1]), die Ziller im Auge hat, zum ordnenden Prinzip gemacht werden. Ein einheitlicher methodischer Lehrgang für jedes einzelne Fach kann dann allerdings nicht eingeschlagen werden; man zersplittert den Stoff und behandelt Dinge und Erscheinungen nebeneinander, die wenig oder gar nichts miteinander gemein haben. Die Chemie verträgt aber eine willkürliche Stoffauswahl am wenigsten; ihre Lehren hängen innig zusammen, die folgende ist durch die vorhergehende bedingt, so daß ein Abweichen vom Lehrgang kaum möglich ist. Barth hat auf die Schwierigkeiten, die sich der Verarbeitung der gesamten Naturwissenschaften nach einem einheitlichen Gesichtspunkt entgegenstellen, in folgenden Worten hingewiesen: „Die Naturgeschichte betrachtet Objekte, die Naturlehre Erscheinungen, jene bildet Begriffe, diese Gesetze, jene pflegt das empirische, diese das spekulative Interesse; vor allem aber ist das Prinzip ihres Aufbaues ein völlig verschiedenes, und wenn jene eine Isolierung und Andersordnung ihrer Objekte leicht verträgt, so sträubt sich diese mit Entschiedenheit gegen eine solche Zumutung, die physikalischen Gesetze hängen innig zusammen, folgen eines aus dem anderen und werden in diesem ihrem Zusammenhange am leichtesten und schnellsten erfaßt.“[2]) In verschärftem Maße haben diese Bemerkungen Geltung für die Chemie.

Alle Versuche, einzelne oder sämtliche naturgeschichtlichen Lehrzweige miteinander zu verbinden, fußen auf der vorzugsweise berücksichtigten Tatsache, daß sich die Produkte der drei Naturreiche gegenseitig bedingen, daß der eine Zweig des anderen als einer Hilfswissenschaft bedarf, oder auf der innigen Beziehung der Natur zur menschlichen Tätigkeit, weshalb die Lösung des Problems versucht wird, indem man die Kulturarbeit des Menschen zum leitenden Gesichtspunkte erhebt. Selbstverständlich leidet bei solchen Anordnungen immer der rein chemische Gesichtspunkt. Die mir bekannten Lehrbücher für die Volksschule suchen in bezug auf die Chemie den Gedanken der Konzentration in vierfacher Weise zu verwirklichen, und zwar zeigen die ersten drei Richtungen die Stellung der Chemie bei fächerverbindender Konzentration, die erste bei totaler, die zweite bei partieller und die dritte bei partieller, aber teleologischer Verschmelzung der naturwissenschaftlichen Fächer. Viertens wird noch auf die Stellung der Chemie im Zillerschen Lehrplane eingegangen werden müssen, in dem eine zentralisierende oder kulturhistorische Konzentration durchgeführt ist.

1. Die Chemie ist eine Hilfswissenschaft in allen naturwissenschaftlichen Fächern. (Partheil und Probst, Junge.)

2. Die Chemie wird an die Mineralogie angeschlossen. (Twiehausen.)

3. Die Chemie tritt in Verbindung mit Physik als Arbeitskunde auf. (Seyfert.)

4. Die Chemie im Lehrplane der Zillerschen Schule. (Rein, Pickel und Scheller.)

1) Siehe Seyfert, „Arbeitskunde“.

2) Barth, „Der Begriff Konzentration“. S. 88.

1. Die Chemie als Hilfswissenschaft in allen naturwissenschaftlichen Zweigen.

In den weitaus meisten Lehrplänen treten die einzelnen naturwissenschaftlichen Zweige, mit Ausnahme der Chemie, als mehr oder weniger selbständige Disziplinen auf. Die wichtigsten Lehren aus der Chemie werden meist den einzelnen Stoffen derselben zum Zwecke ihrer tieferen Erkenntnis angeschlossen. Es ist aber auch der bereits in der Einleitung erwähnte Versuch einer totalen Verschmelzung aller naturwissenschaftlichen Zweige gemacht worden, hat aber, wenigstens in gut gegliederten Schulen, wenig Anklang gefunden.

Als Typus eines alle Zweige der Naturgeschichte verbindenden und nach größeren zusammengehörigen Stoffgebieten[1]) geordneten Unterrichts ist von uns die „Naturkunde“ von Partheil und Probst gewählt worden.

Bereits im 5. Schuljahre treten die ersten chemischen Lehren im Lehrplane auf. Am Ton und Lehm des Waldbodens wird das Schlämmen gezeigt. An die Erörterung der Bedeutung der Waldtiere schließt sich die ihrer Ernährung an, und diese wiederum führt zu den Verbrennungserscheinungen, zur Entdeckung des Sauerstoffs und Stickstoffs, mit denen die allgemein üblichen Versuche vorgenommen werden. Das bei der Verbrennung entstehende und im Wasser gelöste Phosphorpentoxyd soll Säure und chemische Verbindung charakterisieren. Bei der Behandlung der Bedeutung des Waldes für den Menschen gibt der Kohlenmeiler Anlaß zur Besprechung der Kohlensäure und des Verbrennungsprozesses im allgemeinen. Die Abscheidung von Sauerstoff durch Pflanzen im Lichte und das Gesetz vom osmotischen Drucke wird an die Ernährung der Wasserpflanzen angeschlossen. Die Moorwiese aber, als ein Herd allgemeiner Verwesung, soll den Lehrer bestimmen, auch auf die Zerlegung des Wassers durch den galvanischen Strom, die Entwicklung des Sauerstoffs und Wasserstoffs, die Eigenschaften von Säuren und Basen, auf Ammoniak und Schwefelwasserstoff näher einzugehen. Bei Behandlung der Vorrats- und Nährstoffe der Pflanzen wird Stärke durch Jod nachgewiesen und durch Kochen mit Schwefelsäure in Zucker verwandelt. Aus Pflanzenasche wird Pottasche erhalten; beim Übergießen mit einer Säure wird Kohlensäure frei, und so werden die Begriffe der starken und der schwachen Säure gewonnen. Der Abschnitt über Pflanzen und Tiere im Dienste des Menschen behandelt anorganische und organische Düngemittel; die Sprengstoffe sind den Naturkräften, die im Dienste des Menschen stehen, angegliedert, und ein letzter besonderer Abschnitt beschreibt die Gewinnung und Verarbeitung der wichtigsten Bodenschätze.

Hiermit ist im wesentlichen gezeigt, wie man vom Standpunkte einer alle naturwissenschaftlichen Zweige verbindenden Konzentration

1) Solche Stoffgebiete sind: Die Ernährung, die Pflanzen und Tiere im Dienste des Menschen, die Naturkräfte im Dienste des Menschen, die Gewinnung und Verarbeitung der Bodenschätze, Handel und Verkehr usw.

den chemischen Unterrichtsstoff in den Lehrgang eingliedert; es fällt aber auch nicht schwer, die Schattenseiten eines derartigen Verfahrens zu entdecken:

Die Behandlung der chemischen Vorgänge als unbedeutend und nebensächlich wird nicht durch die Konzentration an sich bedingt, sondern fällt vielmehr auf die einzelnen Methodiker zurück, die es zu einer gründlichen Vertiefung nicht kommen lassen, so daß ein wirkliches Verständnis für Erscheinungen aus der Chemie nur selten erreicht wird. Dazu führen oft erzwungene Verknüpfungen[1]), die unvermeidlich sind und als Pseudokonzentrationen bezeichnet werden müssen, zur Besprechung von Dingen hin, die mit dem Ausgangspunkte in keinerlei oder nur in höchst lockerer Beziehung stehen. Außerdem werden die chemischen Lehren aus ihrem methodischen Zusammenhang herausgerissen und durch die heterogensten Stoffgebiete voneinander getrennt. Die Chemie ist nur Hilfswissenschaft, während von einer gesonderten Behandlung ganz abgesehen ist, die ergänzend hinzutreten müßte. — Dieselben Einwände bleiben zunächst auch bestehen, wenn die biologischen Naturwissenschaften nach Lebensgemeinschaften behandelt werden. Die von Junge gegebene Definition einer Lebensgemeinschaft „als einer Gesamtheit von Wesen, die gemäß dem inneren Gesetze der Erhaltungsmäßigkeit zusammenleben, weil sie unter denselben chemisch-physikalischen Einflüssen existieren und außerdem vielfach voneinander, jedenfalls von dem Ganzen abhängig sind resp. aufeinander und das Ganze wirken", will zwar das Unorganische in seinen engsten Beziehungen zum Tier- und Pflanzenleben berücksichtigen, schließt aber einen besonderen chemischen und physikalischen Unterricht keineswegs aus, vielmehr sind sie beide von Junge unbedingt gefordert worden.[2])

Die Lehre von den Lebensgemeinschaften hat die organisierte und nichtorganisierte Welt zu betrachten und berücksichtigt vor allem aus letzterer die Luft, das Wasser und die Mineralien insofern, als durch sie das Leben der organisierten Natur beeinflußt wird. Daraus erklärt sich die eingehende Behandlung der Kohlensäure und der Verwitterungsprozesse. Die Pflanze wird als Apparat betrachtet, der die mineralischen Bestandteile des Bodens und seiner Zersetzungsprodukte dem höchstorganisierten Wesen der Lebensgemeinschaft, dem Tiere, übermittelt. Deshalb hat der Unterricht die mechanische Fortbewegung sowie die Auflösung von Mineralien nicht außer acht zu lassen. Da Junge großes Gewicht auf die Gewinnung biologischer Gesetze legt, sucht er besonders den Vorgang der Kristallisation zum Verständnis des Gestaltungsgesetzes zu verwerten. Die wesentlichste Begründung der Notwendigkeit eines besonderen chemischen Unterrichts in der Volksschule neben der Behandlung innerhalb der biolo-

1) Verwesung — Zerlegung des Wassers durch den galvanischen Strom.
2) Beiträge zur Methodik des naturkundlichen Unterrichts. S. 105ff.

gischen Naturwissenschaften nach Lebensgemeinschaften sieht Junge darin, daß ohne ihn das Leben auf der Erde nicht zu verstehen ist, weil die Veränderungen des Nichtorganisierten, der Lebensprozeß der Pflanzen, Tiere und Menschen dem Unkundigen „ein magisches Rätsel" bleiben muß.

Der irrigen Meinung, daß die Auswahl des chemischen Unterrichtsstoffes hauptsächlich durch biologische Gesichtspunkte bestimmt werde und die Anordnung auch ihnen folgen müsse, tritt Junge selbst entgegen. Jeder rein theoretischen Betrachtung des Stoffes muß zwar vorgebeugt werden, aber wenn auch die praktische Bedeutung der Naturkörper bei der Auswahl in erster Linie maßgebend sei, so ist doch vorzugsweise an dem Grundsatze festzuhalten: „Je leichter die zu gewinnende Erkenntnis einen Blick in das innere gesetzmäßige Verhalten der Natur ermöglicht, desto mehr Berücksichtigung verdient der betreffende Körper." Außerdem vertritt Junge die Meinung, daß gerade in der Chemie, besonders bei der Anordnung ihres Lehrstoffes, von der alten pädagogischen Regel: Vom Einfachen zum Zusammengesetzten! abgewichen werden müsse. — Es ist dies nicht unbedingt nötig; sie soll nur nicht schematisch angewendet werden, indem man bei der Anordnung nach Stoffen fortschreitet, die die Wissenschaft bisher noch nicht zu zerlegen vermochte, also als absolut einfache Stoffe erkannt hat. Zusammengesetzte Körper, wie Salzsäure und Ammoniak, sollen dem Schüler zunächst als einfache entgegentreten, und erst spätere Untersuchungen lehren, daß sie ebenfalls in Bestandteile zerlegt werden können. So gewinnt man, je nachdem auf synthetischem oder analytischem Wege, chemische Ergebnisse, gelangt von relativ einfachen zu relativ zusammengesetzteren Stoffen und sucht außerdem auch in das innerste Wesen beider einzudringen. Die Anordnung des Unterrichtsstoffes ist immer synthetisch; denn zu einer Erkenntnis wird eine neue hinzugefügt. Um sie aber in methodischer Weise zu verarbeiten, wählt der Lehrer entweder die chemische Analyse oder Synthese.

2. Die Chemie in Verbindung mit der Mineralogie.

Zu dem Gedanken, Chemie und Mineralogie so zu verbinden, daß die letztere für die Anordnung und Behandlung der anorganischen Naturprodukte maßgebend wird, hat die Entwicklungsgeschichte der Chemie geführt. Diese Richtung der fächerverschmelzenden Konzentration findet für die Volksschule ihren Hauptvertreter in Odo Twiehausen.[1]) Er läßt die einzelnen Lehrzweige der Naturwissenschaften nebeneinander bestehen und berücksichtigt in eingehender Weise die Chemie als Dienerin der im letzten Schuljahre ebenfalls als selbständiges Fach auftretenden Mineralogie.

So schließt sich z. B. der Behandlung des Kalksteines die Kohlensäure und an sie das Wesen der Säuren an. Später wird die Kohlen-

1) Odo Twiehausen (Theodor Krausbaur), Naturgeschichte in 5 Teilen.

säure als Verbrennungsprodukt der Kohle erkannt und findet im Kohlenoxydgas einen Verwandten. Die Besprechung der Mineralkohle führt weiter zur Entstehung des Gruben- und zur Darstellung des Leuchtgases, zur Heizung und Beleuchtung, sowie zur reduzierenden Wirkung des Kohlenstoffes im Hochofen. Beim Schwefel wird eingegangen auf die schweflige Säure und ihr Verhalten zu Metallen. Kupfer- und Eisenvitriol, Alaun, Soda und Salpeter zeigen die Eigenschaften der Salze. Das Kochsalz drängt zur Besprechung des Chlors hin, die Entstehung der Vitriole aus Metallen und Schwefelsäure leitet zum Wasserstoff und die Verbrennung der Metalle zum Sauerstoff über. Das Wesen der Basen wird bei den Leichtmetallen erörtert, und dem im Lehrplane fast am Ende auftretenden Wasser sollen sich verschiedene Wasserstoffverbindungen, wie HCl, H_2S, PH_3, CH_4 anschließen.

Twiehausen verlangt für die einfache Volksschule nur einen rein mineralogischen Unterricht, der unter Zugrundelegung der alten Einteilung von Avicenna 1. Steine und Erden, 2. Brenzen, 3. Salze, 4. Metalle und zum Schlusse noch Felsarten und den Boden der Heimat zu behandeln hat. In gegliederten Volksschulen schließt sich an diesen auf der Mittelstufe zu behandelnden Stoff auf der Oberstufe ein mineralogisch-chemischer Kursus in dem oben angedeuteten Sinne an. Er hat „Ergänzungen nach der mineralogischen und Erweiterungen in chemischer Hinsicht“ zu bieten, das Unterrichtsmaterial aber im wesentlichen nochmals in derselben Anordnung wie auf der Unterstufe zu durchlaufen.

Als Gründe für die selbständige Stellung der Mineralogie und die sich aus ihr ergebende Stoffanordnung gibt Twiehausen folgende an: Ohne die geschichtliche Entwicklung der Chemie zu beachten, habe man bisher immer fälschlich die Chemie als leitendes Fach angesehen und die Mineralogie als treuen Vasallen zu allerhand Dienstleistungen herangezogen. Die Geschichte der Chemie weise auf die Umstellung dieses Verhältnisses hin; denn in früheren Zeiten seien die Erfahrungen und Beobachtungen, an die die Chemie später anknüpfte, an Gesteinen gemacht worden. Dem Kind ergehe es nun wie den Alten: Es nimmt die empirisch gewonnenen Tatsachen auf, registriert sie, ohne nach dem Warum? zu fragen. Hierin müsse der Unterricht nun zunächst behilflich sein, um erst dann zur Erklärung der Erscheinungen fortzuschreiten. Und außerdem lägen — wie den Alten — „auch unseren Kindern die chemischen Erscheinungen, die sich an den Mineralien vollziehen, am nächsten“. Deshalb biete auch der mineralogische Unterricht, insofern er an dem Kinde bekannte und interessante Ausgangspunkte anschließe, dem folgenden chemischen Unterrichte die nötigen Apperzeptionshilfen dar.

Allerdings hat sich die Chemie innerhalb der Mineralogie entwickelt, aber nur zeitweilig, und zwar erstmalig im grauen Altertume, dann zur Zeit des Berzelius. Der Alchemie folgte die Jatrochemie, auf Berzelius aber Liebig, der in seinen „Reden und Abhandlungen“

gegen die Einseitigkeiten der zu seiner Zeit noch gepflegten Mineralchemie zu Felde zog. Es liegt demnach noch kein triftiger Grund vor, auch in der Volksschule von diesem Gesichtspunkte aus eine Stoffauswahl und -anordnung vorzunehmen[1]), und wird die Mineralogie wirklich zum leitenden Fache auch für die Behandlung der Chemie erhoben, dann ordnet man immer nur systematisch und nicht methodisch an, geht von Stoffen aus, anstatt von Reaktionen. Im Gegensatze zu Twiehausen muß die Meinung vertreten werden, daß gerade chemische Erscheinungen, die sich an Mineralien anschließen, dem Kinde vielfach ferner liegen als chemische Beobachtungen in Haus und Gewerbe.

3. Die Chemie als Teil der Arbeitskunde.

Gegenüber den mehr äußeren Verbindungsfäden, die bei den bisher erwähnten Methodikern als Anknüpfungspunkte für die Chemie gesucht wurden, treten in den nunmehr folgenden Konzentrationsbestrebungen teleologische, kulturgeschichtliche, psychologische und ethische Erwägungen, die Auswahl und Anordnung des Stoffes bestimmend, in den Vordergrund.

So hat 1895 Seyfert, auf Ziller[2]) und O. W. Beyer[3]) fußend, den gesamten naturgeschichtlichen Stoff unter Zugrundelegung des Prinzips der menschlichen Kulturarbeit für Physik und Chemie in zwei große Stoffgebiete zusammengefaßt. Die „Naturkunde" einerseits umfaßt Botanik, Zoologie und die Mineralogie insbesondere als Bodenkunde, während die Geologie naturgemäß der Vaterlands- und Erdkunde zugewiesen wird. Die „Arbeitskunde"[4]) andererseits sucht Physik, Chemie, technische Mineralogie, Technologie und Gesundheitslehre einheitlich zu verbinden. Beide Stoffgebiete sollen in enge Beziehung zueinander gesetzt werden, wozu besonders die letzte methodische Einheit: „Der Mensch, ein Glied der Erde als Lebensgemeinschaft" Anlaß bietet.

Zunächst einige Worte zur „Naturkunde", unter der Seyfert Botanik, Zoologie und Mineralogie versteht. Es ist unzweckmäßig, in der Naturgeschichte noch an der alten Dreiteilung Tier-, Pflanzen- und Mineralienkunde festzuhalten und auch in den unteren Klassen, wie es in den meisten Schulen geschieht,[5]) die letztere einer gesonderten Be-

1) „Der Chemiker muß wünschen, daß diese herkömmliche Verknüpfung endlich beseitigt wird; die Zeiten, in denen die Arbeit der Chemiker wesentlich darin bestand, die Zusammensetzung der Mineralien zu bestimmen, sind längst vorüber, und schon 1838 sagte Liebig: Lassen wir den Mineralogen seine Analysen machen, denn er ist dafür da; wir haben Besseres und Wichtigeres zu tun." Julius Wagner: Beiträge zur Frage des naturwissenschaftlichen Unterrichts an den höheren Schulen. S. 52.

2) Ziller, Grundlegung, S. 425.

3) O. W. Beyer, „Die Naturwissenschaften in der Erziehungsschule."

4) „Die Arbeitskunde in der Volks- und allgemeinen Fortbildungsschule" von R. Seyfert.

5) Siehe z. B. „Lehrplan für eine achtklassige mittlere Volksschule". Bearbeitet vom Lehrerkollegium der 12. Bürgerschule zu Leipzig. 1899. S. 146.

handlung zu unterziehen, ohne daß damit der Wert der Mineralogie für den Schulunterricht in Zweifel gezogen werden soll. Wir können aber der Mineralogie nicht denselben bildenden und erziehlichen Wert beimessen wie den anderen naturwissenschaftlichen Disziplinen, und ebenso kann sie nicht wie diese als unbedingt für die allgemeine Bildung und fürs praktische Leben nötig gefordert werden. Sie trägt aber mit zum Verständnis des gesamten Naturlebens bei, gewährt auch leicht einen Einblick in die Gestaltungskraft der Natur und übt die Sinne in vorzüglicher Weise. Ihr Verständnis erfordert aber einen gereifteren Geist und setzt einige chemische und in der Kristallographie auch elementare geometrische Kenntnisse voraus. In der Unterklasse ist dies ausgeschlossen, so daß der mineralogische Unterricht nur die äußeren Merkmale berücksichtigt. Sie wird zur Bodenkunde, insofern sie die einzelnen Bodenarten betrachtet, tritt somit zur Pflanzenkunde in engste Beziehung und kann dieser zweckmäßig angeschlossen werden. Wie die Heimats-, Vaterlandskunde und Geographie geologische Verhältnisse berücksichtigen sollen, können sie auch die Beschreibung wichtiger Mineralien in sich aufnehmen,[1]) so daß den obersten Klassen in der Hauptsache ihre Betrachtung nach chemischen, d. h. nach „biologischen" und technologischen Gesichtspunkten zufällt. Einfache Kristallformen bieten in der Formenlehre praktisches Material, die gewonnenen Erkenntnisse auf der Stufe der Anwendung an Naturobjekten verwirklicht zu sehen und an ihnen zu üben.[2])

Das andere vom Unterricht zu verarbeitende große Stoffgebiet der Naturwissenschaften hat Seyfert „Arbeitskunde" genannt. Es kommt für uns hier ganz besonders in Betracht. Ihr Zweck ist nach Seyfert, die Kinder zum Verständnis der heutigen Kulturarbeit (im physischen Sinne) zu bringen. Sie wird es also zu tun haben mit den Dingen, Erscheinungen und Kräften der Natur, die in Beziehung zur menschlichen Arbeit stehen; sie wird ihren Blick lenken auf die Arbeit im häuslichen und gewerblichen Leben, auf Ackerbau und Viehzucht, auf Handel und Verkehr und auf Gesundheitspflege.[3]) Es ist damit die bisher übliche getrennte Behandlung von Physik und Chemie aufgegeben und ein teleologisches Prinzip für die Anordnung des Stoffes maßgebend geworden. Es soll vom Nahen zum Fernen, von der Arbeit im häuslichen und gewerblichen Leben zum Großbetrieb und Weltverkehr fortgeschritten werden.

---

1) Seyfert ist selbst der Meinung, daß die eingehende Beschreibung der einzelnen Mineralien nach physikalischen, chemischen und anderen Eigenschaften unnötig sei und daß es genüge, jedesmal die bestimmten Erkennungsmerkmale und Eigenschaften hervorzuheben, die für den Gebrauch des Minerals in Frage kommen. Dazu bietet sich aber gerade in den erwähnten Fächern günstige Gelegenheit.

2) Vergl. hierzu die sich auf den Unterricht in Mittelschulen beziehende analoge Bemerkung Julius Wagners in „Beiträge zur Frage des naturwissenschaftlichen Unterrichts an den höheren Schulen" S. 69: „Stöchiometrisches Rechnen und Kristallographie sind in der Hauptsache dem mathematischen Unterricht zu überlassen."

3) Seyfert, „Arbeitskunde". S. 7.

Wie die Chemie in den Seyfertschen Lehrplan eingefügt ist, soll durch einige Lehrstoffe charakterisiert werden.

Die Besprechuug der verschiedenen Tätigkeiten beim Bau der menschlichen Wohnung muß auf das Brennen und Löschen des Kalkes und das Erhärten des Mörtels eingehen. Die Heizung veranlaßt, die Verbrennung als chemischen Vorgang darzustellen. Bei der Beleuchtung treten uns die Lichter und Lampen als physikalisch-chemische Individuen entgegen, während die Ernährung auch in das Gebiet der organischen Chemie führt. Bleichen, Färben und Waschen sind wichtige Operationen, die von der Hausfrau an der Kleidung vorgenommen werden. Von tief einschneidender Bedeutung für den Großbetrieb sind Kohle und Eisen und die chemischen Prozesse, die sich bei ihrer Gewinnung und Verwertung abspielen. Die fabrikmäßige Herstellung von Getränken (Bier, Branntwein, Wein, Essig) und die Glasfabrikation zeigen die praktische Verwendung der Chemie im technischen Großbetrieb, und die Betrachtung der Elektrizität im Dienste des Menschen muß darauf eingehen, wie auf chemischem Wege elektrische Kraft erzeugt, und welche chemische Wirkungen diese wiederum auszuüben imstande ist. Diese und andere chemische Erscheinungen treten mit physikalischen Lehren fest verbunden oder mit ihnen abwechselnd im Lehrplane auf und sind dazu bestimmt, immer die menschliche Tätigkeit zu charakterisieren.

E. v. Sallwürk[1]) wendet sich gegen das stoffordnende Prinzip der menschlichen Arbeit im Sinne der Seyfertschen Auffassung. Seyfert bietet ihm nichts als Stoffe dar, deren die Arbeit sich bemächtigt hat und bedient. Es seien Erscheinungsformen der natürlichen Kräfte, die in ihrem Verhältnis zum Menschen besprochen werden, während auf das eigentliche Wesen der Arbeit als Betätigung einer Kraft, die sich im Laufe der Zeit entwickelt habe und nach verschiedenen Seiten hin äußere, nicht eingegangen werde. Jeder methodische naturwissenschaftliche Unterricht kennt aber genau die Stufe, auf der die Beziehungen der Naturprodukte und -kräfte zum Menschen besprochen werden müssen; jede didaktisch richtige Lektion setzt auf der letzten Stufe (Anwendung) die gewonnene Erkenntnis ebenfalls zum gesamten Erfahrungskreis des Schülers in Beziehung. Darum müsse der von Seyfert bearbeitete Stoff dem naturkundlichen Unterricht einverleibt werden; denn man scheide Theorie und Praxis voneinander, wenn man Naturkunde und Arbeitskunde als getrennte Fächer auftreten lasse.

Auch in der Arbeitskunde ist es, wie in allen anderen Lehrplänen, die eine fächerverbindende Konzentration erstreben, unmöglich zu vermeiden, daß schon äußerlich zusammengehörige Dinge, besonders aber auch solche, die ein und derselben didaktischen Operation angehören, auffällig auseinandergerissen werden.[2]) Es scheinen überhaupt neuer-

1) „Die Arbeitskunde im naturwissenschaftlichen Unterrichte". Päd. Mag. 1895, Heft 66.

2) Der Großbetrieb beginnt z. B. mit der Betrachtung der Kohlen, während schon früher die Brennstoffe bei der Heizung der Wohnung Erwähnung gefunden haben.

dings die Meinungen der meisten Schulmänner dahin zu gehen, daß eine Verschmelzung der naturwissenschaftlichen Lehrfächer, so naturgemäß sie auch an sich ist, der Anordnung und methodischen Bearbeitung des Stoffes mehr oder weniger Zwang antut, und man bemüht sich deshalb, sie — gesondert behandelt — in möglichst enge Beziehung zueinander zu setzen.

4. Die Chemie in der Zillerschen Schule.
(Rein, Pickel und Scheller.)

Wie bereits früher erwähnt wurde, hatte sich Ziller gegen einen chemischen Unterricht in der Volks- und Mittelschule ausgesprochen. Die wichtigsten Vertreter seiner Schule schließen sich ihm in dieser Ansicht nicht völlig an, sondern haben sich genötigt gesehen, auch chemischen Lehrstoff in ihren Lehrplan aufzunehmen, um das von Ziller aufgestellte Prinzip der kulturhistorischen Stufen konsequent durchzuführen, demzufolge der Schüler während der Schulzeit die wichtigsten Kulturzustände der Menschheit in verkürzter Weise durchleben soll. Sonach kann der chemische Unterricht erst im letzten Schuljahre auftreten, und zwar geschieht dies neben und in Verbindung mit Physik, technischer Mineralogie und Technologie, weil alle diese Fächer den Schüler auf den kulturellen Standpunkt der Gegenwart erheben. Es schließt dies allerdings nicht aus, daß die verschiedensten Stoffgebiete aus diesen Fächern in der Form, wie sie früheren Kulturstufen der Menschheit (Jägerleben, Nomadenleben, Zeit des Ackerbaues und Kleinbürgertums) entsprechen, auch schon auf früheren Unterrichtsstufen behandelt werden. Einen besonderen und frühzeitig, etwa nach Arendts Forderungen schon im zweiten oder dritten Schuljahre beginnenden chemischen Unterricht schließt das Prinzip der kulturhistorischen Stufen aus, und die für die einzelnen Schuljahre bestimmten Gesinnungsstoffe, um die sich der gesamte Unterricht konzentriert, bieten so wenig Anknüpfungspunkte für die Chemie dar, daß diese absolut nicht zu ihrem Rechte kommen kann. Bei Rein, Pickel und Scheller heißt es in bezug hierauf: „Zu einem zusammenhängenden Unterricht, etwa zur Durchnahme von Arendts „Materialien“ finden wir vorläufig keinen Raum auf dem Stundenplane und auch nicht die rechte Einfügung in das Lehrplansystem.“[1]) Die Verfasser der „acht Schuljahre“ weisen aber darauf hin, daß auch schon in den ersten Schuljahren jede sich bietende Gelegenheit zur Betrachtung chemischer Erscheinungen benutzt werden müsse; denn wenn auch der Unterricht nicht jede dem Schüler im Leben entgegentretende Erscheinung erklären kann, so muß er doch wenigstens darauf bedacht sein, die Zahl der unverstandenen Erfahrungen im Interesse eines einheitlichen und wohlgebildeten Gedankenkreises nach Möglichkeit zu vermindern.

Dies gilt besonders auch von der Mineralogie, die im Gegensatze

1) „Achtes Schuljahr“, S. 63.

zu Twiehausen nicht die Anordnung des chemischen Lehrstoffes bestimmen darf, sondern diesen zur Voraussetzung hat, so daß die Mineralogie mehr als eine elementare Anwendung der Chemie auftritt. Darum ist sie ebenfalls eine Disziplin der oberen Klasse, wenn sie auch auf der Unter- und Mittelstufe im Anschauungsunterricht, in der Heimatkunde, Geographie und Naturgeschichte nicht ganz umgangen werden darf, sondern vielmehr die ersten Grundlagen für den späteren Unterricht liefern soll.[1])

Was nun die Chemie im besonderen anlangt, so bearbeiten sie Rein, Pickel und Scheller im achten Schuljahre neben oder in Verbindung mit Mineralogie, Technologie und Gesundheitslehre innerhalb der fünf Stoffgebiete: Heizung und Beleuchtung, der schriftliche und mündliche Verkehr in die Ferne, die Nahrungsmittel, die mineralogischen Rohstoffe der wichtigsten Gewerbe des Ortes und endlich der Fels und Erdboden der Umgebung. Die abschließende Betrachtung der Erde als Lebensgemeinschaft bringt die Hauptergebnisse des gesamten naturwissenschaftlichen Unterrichts unter einem einheitlichen Gesichtspunkte zur Darstellung, wobei der Chemie vorzüglich der Kreislauf des Stoffes und neben der Physik die Wechselwirkung der Naturkräfte zufällt.

Alle diese konzentrativen Maßnahmen, die darauf gerichtet sind, zur Vereinheitlichung der naturwissenschaftlichen Fächer beizutragen, können nur dann gerechtfertigt erscheinen, wenn das streng methodische und jedem Lehrfache eigentümliche Unterrichtsverfahren nicht zu sehr gefährdet wird, d. h. wenn die Möglichkeit nicht verloren geht, die einzelnen Lehren in einer die Denkkraft des Schülers bildenden Weise möglichst voraussetzungslos auseinander zu entwickeln. Dann wird die durch die Konzentration erstrebte Einheit des Bewußtseins oder ein wohlverknüpfter Gedankenkreis erst wirklich erreicht. Ist dies nicht der Fall, und hierbei ist besonders an die Chemie zu denken, so wird einer einheitlichen Verknüpfung der kindlichen Gedanken durch methodische Fehlgriffe in der Anordnung des Stoffes oft mehr geschadet, als die Verbindung der einzelnen Zweige zu nützen imstande ist. Es ist dann sicher besser, wenn das eine oder andere in Frage kommende Fach unter steter Bezugnahme auf die übrigen und die Erfahrungen des Kindes außerhalb der Schule selbständig im Lehrplane auftritt. Es behalten aber dann von den zu Eingang dieses Abschnittes aufgestellten Barthschen Konzentrationsforderungen in der Hauptsache nur die erste und dritte ihre volle Geltung.

1) „Als isoliertes Unterrichtsfach darf in der Volksschule auch die Mineralkunde nicht erscheinen. Es ist schon mehrfach darauf hingewiesen worden, daß im Gesinnungsunterrichte nicht selten Beziehungen der Mineralien zum Menschen auftreten. Die Geographie hat zahlreiche Berührungspunkte. Wir erinnern an die Gebirgszüge und Gebirgsformen, an die Vulkane, die Deltabildungen, die natürlichen Bedingungen der Fruchtbarkeit, die Produkte eines Landes aus dem Mineralreich usw. Mit Tier- und Pflanzenkunde ist die Mineralogie verbunden durch die bestimmten Bodenarten eigentümlichen Tier- und Pflanzenarten usw." (Rein, Pickel und Scheller. „Achtes Schuljahr", S. 89.)

Auf die erste wurde schon eingegangen, und daß der dritten ebenfalls sehr leicht Genüge geleistet werden kann, darauf ist auch schon mehrfach hingewiesen worden, es soll aber hier mit einigen zusammenfassenden Worten nochmals geschehen.

Die Beziehung der Chemie zum Gesinnungsunterrichte hat sich bei der Darlegung ihres formalbildenden Wertes ergeben, wofür besonders die Ausführungen Arendts über die Gefühls- und Willensbildung in Betracht kommen. Schlichting empfiehlt, wie ebenfalls schon erwähnt wurde, die Beschreibung chemischer Vorgänge als vortreffliches Mittel zur Pflege des mündlichen und schriftlichen Gedankenausdruckes. Im Naturgeschichtsunterricht ist die Chemie eine unentbehrliche Hilfswissenschaft besonders zur Gewinnung physiologischer Ergebnisse, und andererseits tritt auf der Stufe der Anwendung die Naturgeschichte zur Chemie in Beziehung, wodurch der praktische Wert der gewonnenen chemischen Erkenntnis erst im rechten Lichte erscheint. Der Geographie wiesen wir die Geologie zu; sie betrachtet Erdbeben und Vulkane, Luft- und Meeresströmungen, spricht von der Beschaffenheit der Himmelskörper, wobei chemische Kenntnisse fortgesetzt angewandt werden können. Sie schildert die Fundstätten wichtiger Mineralien und geht auf verschiedene Industriezweige eines Landes etwas näher ein. Dabei verhelfen einige technologische Kenntnisse, wie sie die Chemie vermitteln soll, zu größerem Verständnis. Die Geschichte weist Entdeckungen ihren geschichtlichen Platz an, belebt durch Erzählungen den chemischen Unterricht und macht ihn interessant. Der Rechenunterricht kommt für uns hier nicht in Betracht, da wir die Formel und, damit im Zusammenhang stehend, stöchiometrische Berechnungen als über das Ziel der Volksschule und das Verständnis ihrer Schüler hinausgehend bezeichnet haben.

Diese Art der Konzentration scheint uns für die unterrichtliche Behandlung am natürlichsten zu sein, wenigstens werden zusammenhängende chemische Erscheinungen nie zerrissen, während andererseits auch nie ganz verschiedene Dinge neben- oder nacheinander zur Behandlung kommen, wie dies jede Konzentration, die die einzelnen Zweige der Naturwissenschaften zur Einheit zu verschmelzen sucht, naturgemäß mit sich bringen muß; denn es wird sich schwerlich ein Lehrgang finden lassen, der es ermöglicht, alle naturwissenschaftlichen Disziplinen, vollkommen der Eigenart einer jeden angemessen, elementar und methodisch als einziges Stoffgebiet zu verarbeiten. Und wenn außerdem der naturkundliche Unterricht jederzeit darauf bedacht ist, das behandelte Objekt in die Lebensbeziehungen des Schülers einzufügen, „so wird die Natur dem Schüler auch von der Seite erscheinen, wo sie dem Menschen die Mittel zur Befriedigung seiner Lebensbedürfnisse darbietet“[1]), so daß sich eine spezielle, Physik und Chemie verbindende Arbeitskunde nicht als unbedingt erforderlich erweist.

1) „Die Arbeitskunde im naturwissenschaftlichen Unterricht“ von E. v. Sallwürk. (Päd. Mag. 1895, Heft 66.)

3. Kapitel.

Die Form des chemischen Unterrichts.

Die Frage nach der Form des chemischen Unterrichts ist allgemein dahin entschieden worden, daß er vorwiegend experimentell, induktiv und in heuristischer Darstellung betrieben werden soll. Die nähere Ausführung dieser Forderungen soll hier im wesentlichen auf drei Punkte beschränkt werden:

1. Über den chemischen Versuch und die durch ihn zu gewinnenden allgemeinen Gesetze.

2. Über die Anwendung der Theorie und Hypothese im chemischen Unterrichte.

3. Über die chemische Zeichenschrift und Terminologie.

1. Versuch und Gesetz.

In der schon mehrfach erwähnten Abhandlung von Freyholds werden den biologischen Naturwissenschaften die experimentierenden gegenübergestellt. Wenn auch die ersteren in der Volksschule nicht gänzlich von Versuchen absehen sollen, so hat Physik und Chemie auf sie gerade das Hauptgewicht zu legen. Daraus erklärt sich, daß die elementaren Lehrbücher dieser Wissenschaften meist einleitende Betrachtungen über den Wert und die unterrichtliche Verwendung des Experimentes[1]) enthalten. Der Volksschulunterricht in der Chemie ist ganz besonders auf den Versuch angewiesen, da dieser das wichtigste Hilfsmittel der induktiven Naturforschung und die Induktion wiederum die Methode ist, mittels der das Kind die Beobachtungen von Naturerscheinungen in allgemeine Regeln faßt.

In bezug auf die Stellung des Versuchs in einer methodischen Entwicklungsreihe weist die Geschichte der Methodik im wesentlichen zwei verschiedene Meinungen auf.

In den älteren Werken von Stöckhardt, Crüger, Berthelt und Schlichting geht die Erforschung eines chemischen Vorganges unvermittelt vom Versuche aus, so daß dieser, als Anfang einer längeren oder kürzeren Gedankenreihe, auf induktivem Wege zum Gesetze oder wenigstens zur gewünschten Erfahrung führt. Stöckhardt faßt seine sich hierauf beziehenden Ansichten in folgende Worte zusammen: „Die Experimente müssen die Basis, das Fachwerk bilden für die Theorie. Der Anfänger soll daran beobachten, reflektieren, urteilen lernen, er soll aus ihnen die allgemeinen chemischen Beziehungen selbst entwickeln, nacherfinden und sich auf diese Weise mit der manuellen Fertigkeit zugleich ein geistiges Eigentum durch eigene Tätigkeit erwerben. Jeder Versuch wird ihm dann ein Sieg sein, der zu neuer

1) Vergl. hierzu Wehner, „Die Bedeutung des Experimentes für den Unterricht in der Chemie". (Teubner, Sammlung naturwissenschaftl.-pädagogischer Abhandlungen II, 1.)

Anstrengung aufmuntert. Das Experiment ist aus diesem Grunde immer vorangestellt worden; die Erklärungen, Begriffsbestimmungen, Folgerungen usw. mag der Schüler erst dann nachlesen, wenn die Erscheinungen durch das Experiment ihm zu bestimmten Größen geworden sind.[1])

So vertritt der Versuch die oft dem Schüler gänzlich fehlende chemische Erfahrung. Er ist Demonstrationsversuch, der den Verlauf eines chemischen Vorganges anschaulich zeigt. Zur Erreichung des aufgestellten Zieles wird er ohne Mithilfe des Lernenden vom Lehrer allein in allen seinen Teilen angeordnet und gibt die Basis ab für die gemeinschaftlich zu gewinnenden Schlußfolgerungen. Es kann ihm somit seine Berechtigung im chemischen Unterrichte nicht ohne weiteres abgesprochen werden. Der ideale Fall ist allerdings der, daß der Versuch erst am Ende einer längeren Gedankenreihe als Prüfungsversuch aller vorgenommenen Erwägungen auftritt und Ausgangspunkte für neue Überlegungen bietet, wodurch er dann zugleich wieder zum Demonstrationsversuch wird. Der Prüfungsversuch wird in seinen notwendigen Teilen nach den Angaben des Schülers aufgebaut.

Wie meist, so ist auch hier einer von den bereits erwähnten älteren Methodikern vorzugsweise vertretenen Ansicht die extreme gegenübergestellt worden. Diese Richtung findet ihre Vertreter vor allem in Arendt und Wilbrand.

In Übereinstimmung mit der Art und Weise der wissenschaftlichen Forschung wird zunächst der Erfahrungskreis des Schülers analysiert, d. h. es wird festgestellt, inwieweit die zu besprechende Erscheinung dem Kinde bekannt ist. Der Lehrer veranlaßt zur Aufstellung von Vermutungen und Hypothesen und läßt erst dann das Experiment als Prüfstein der gemachten Schlußfolgerungen eintreten. Bestätigt der Versuch die gemachten Annahmen nicht, so sind sie irrig gewesen; die ganze Schlußreihe muß noch einmal durchlaufen oder ein anderer Weg gesucht werden, der zum Ziele führt. Der Versuch bildet somit stets den Abschluß einer kürzeren oder längeren Gedankenreihe, während den Ausgang der ganzen Entwicklung die Naturerscheinung, wie sie dem Kinde bekannt ist, selbst bildet. Die Lehrtätigkeit wird somit zum darstellenden Unterricht im Zillerschen Sinne, der den Schüler anleitet, seine Erkenntnis bis zu gewissen Grenzen selbst zu konstruieren. Wenn nun aber die Analyse des kindlichen Gedankenkreises den Lehrer von der völligen Unkenntnis eines wichtigen chemischen Vorganges überzeugt? — Dann tritt der Demonstrationsversuch auf. Da von bekannten chemischen Erscheinungen ausgegangen wird, so kann zunächst auch nur die Tatsache des Geschehens konstatiert und in allen ihren

1) „Schule der Chemie." 1. Aufl. S. II. Vergleiche hierzu: „Dementsprechend hat die Lehre zu verfahren, sie darf nicht lehren, was gefunden ist, sondern wie gefunden ist, wie gefunden werden kann." Julius Wagner, „Über den Anfangsunterricht in der Chemie" S. 33.

einzelnen Stücken dargestellt werden, während es sich dann aber um die Auffindung der Bedingungen handelt, unter denen ein chemischer Vorgang sich abspielt. Hierdurch, sagt Arendt, bereichern wir unsere Erkenntnis, während eine andere Art von Versuchen den Schatz unserer Erfahrung insofern vermehrt, als sie aus bekannten Bedingungen einen zurzeit noch unbekannten Erfolg zeitigt. Es ist hierbei in der Hauptsache an solche Versuche zu denken, die zu dem Zwecke erdacht sind, einen bereits erkannten chemischen Vorgang in oft nur ganz wenig voneinander verschiedenen Weisen zu versinnlichen.[1]) In diesem Punkte ist Wilbrand anderer Meinung als Arendt. Während sich dieser von einer solchen Vermehrung des Anschauungsmaterials große Vorteile verspricht, vor allem dann, wenn solche Versuche wenig Schwierigkeiten verursachen und noch dazu „elegant" sind, läßt sie Wilbrand nicht einmal als Mittel gelten, die das Gedächtnis unterstützen oder das Interesse des Schülers anregen. Man kann ihm in der Ansicht beistimmen, daß die dazu nötige Zeit meist nutzbringender verwendet werden könne und man sich hüten solle, durch sinnfällige Äußerlichkeiten das Interesse zu wecken. Dem Gedächtnis komme man viel besser zu Hilfe, wenn man denselben Körper oder Vorgang zu wiederholten Malen vorführe und an seinen charakteristischen Merkmalen erkennen lasse. Diese Bemerkung spricht für eine Bearbeitung des chemischen Unterrichtsstoffes nach konzentrischen Kreisen. Dieselben Erscheinungen treten in verschiedenen Klassen an die Schüler heran, so daß die Oberstufe den Stoff in größerer Tiefe und Breite behandelt.

Ein an Versuchen reicher Unterricht wird leicht zur Spielerei; ein Zuviel kann hier bei oberflächlicher Behandlung der geistigen Tätigkeit des Schülers schädlicher werden als ein Zuwenig; man soll nicht erst lange versuchen, die Zeit vergeuden und durch allzubekannte Dinge[2]) langweilen, wenn sie mit Worten ebenso anschaulich als durch den Versuch abgetan werden können. Außerdem bedingt ein Unterricht mit sehr vielen Versuchen eine Kompliziertheit des chemischen Apparates[3]), vor der mancher zurückschreckt[4]).

1) Z. B. Die verschiedenen Darstellungsweisen von O. und H. Verbrennungen verschiedener Körper in O. Die verschiedenen Versuche, die die Schwere von CO_2 und seine Unfähigkeit, die Verbrennung zu unterhalten, zeigen usw.

2) Wir denken dabei besonders an solche Schulen, wo der chemische Unterricht sehr spät auftritt. Es müssen dann Versuche über Schlämmen, Filtrieren, Dekantieren, Ziegelbrennen usw. wegfallen.

3) Es ist dies der Inbegriff alles dessen, was zum chemischen Experimentieren nötig ist.

4) Vergl. Arendt, „Technik der Experimentalchemie" S. 302—318. Es ist hierbei in Betracht zu ziehen, daß Arendt einen Musterapparat hat bieten wollen. Was helfen aber all' die idealen Forderungen, wenn sie nicht durchgeführt werden können? Ein sicher erreichbares Minimum ist jedenfalls besser als ein Maximum, das prunkvoll auf dem Papiere steht.

Die Chemie ist entschieden eines von den Unterrichtsfächern, deren Anschauungsapparat bei einiger Geschicklichkeit des Lehrers die geringsten Geldkosten verursacht

Das chemische Experiment wird in vielen Fällen zur Definition von Begriffen[1]), zur Abstraktion einer Regel oder eines allgemein gültigen Naturgesetzes führen. Darauf, daß es deren in der Chemie eigentlich nur zwei gibt, ist bereits hingewiesen worden, und selbst der chemische Unterricht in der Volksschule darf nicht versäumen, beide als empirische Gesetze anschaulich zu entwickeln. Es sind dies die beiden stöchiometrischen Grundgesetze: das von der Konstanz der Verbindungsgewichte und das der einfachen und multiplen Proportionen. Nur durch sie kann dem Schüler der Begriff einer chemischen Verbindung erst recht klar werden. Ihr Wortlaut kann ungefähr folgendermaßen festgelegt werden:

1. Das Gewicht einer chemischen Verbindung ist immer gleich der Summe der Gewichte ihrer einzelnen Bestandteile, und
2. die Elemente vereinigen sich in bestimmten unveränderlichen Gewichtsverhältnissen miteinander und werden auch in diesen Verhältnissen aus ihren Verbindungen wieder frei.[2])

Fast bei jedem Versuche bietet sich Gelegenheit besonders auf das zweite Verbindungsgesetz hinzuweisen. Das Aufbrausen der Kohlensäure aus einer bestimmten Menge Sodalösung wird nach Zusatz einer ganz bestimmten Menge Salzsäure aufhören. Nehme ich mehr oder weniger Sodalösung, so gebrauche ich je nachdem mehr oder weniger Säure. Der Überschuß der Salzsäure oder des Alkalis kann mit Lackmus nachgewiesen werden. Ebenso läßt sich aus einer bestimmten Menge Soda nur eine ganz bestimmte Menge Kohlensäure gewinnen, aus dem doppelten oder halben Gewichte das doppelte oder halbe Volumen, das bei gleichen Versuchsbedingungen, also gleichem Druck und gleicher Temperatur, dem Gewichte proportional ist. Zur Verbrennung von 1 g Schwefel ist ein ganz bestimmtes Volumen, also auch ein bestimmtes Gewicht Sauerstoff nötig. Nehme ich etwa 5 g Schwefel, so bleibt in dem abgeschlossenen Luftraume ein Teil S übrig, und es ist kein Sauerstoff mehr nachweisbar wie im ersteren Falle usw. Es kommt nicht darauf an, die Gewichtsverhältnisse zahlenmäßig auszudrücken, sondern vielmehr darauf, das Gesetz in ganz allgemeiner Fassung anschaulich zu machen und im Gedächtnis zu befestigen.

und in der Einfachheit der Versuchsanordnungen vom Physikunterricht nicht erreicht werden kann. (Siehe: Die Ansicht Kehrs S. 54.) Vergl. hierzu: Stöckhardt, „Schule der Chemie", S. II. „Die Experimente müssen einfach und gefahrlos sein, damit der Anfänger in den Stand gesetzt werde, sie nach der gegebenen Beschreibung anzustellen und zu wiederholen. Eine einfache Weingeistlampe, ein Dreifuß, ein Lötrohr, ein Platinblech und einige Kochfläschchen, Probiergläschen, Porzellanschälchen und Glasröhren, das ist im wesentlichen der ganze, nur einige Taler kostende Apparat für die in diesem Werke vorgeschlagenen Versuche." Ebenso: Busemann, „Chemiestunden in der Volksschule".

1) Was versteht man unter einem Oxyd, einem Element, einer Säure oder Base? usw.
2) Wilbrand benutzt hierzu die Zersetzung des Wassers.

Der chemische Elementarunterricht muß überhaupt, da er in seinen Einzelheiten zu vielgestaltig ist, diese weniger beachten, sondern hat vorzugsweise auf die Gewinnung allgemeiner Sätze oder Regeln hinzuarbeiten, damit selbst der Volksschüler einen tieferen Einblick in das Wesen der Chemie gewinnt und nicht Einzelerscheinungen seinen Gedankenkreis zersplittern. Einige der wichtigsten solcher allgemeiner Ergebnisse, die zum Teil Naturgesetze sind, mögen hier folgen: Stoff und Energie können nicht verloren gehen und sind in der organischen und unorganischen Welt einem fortwährenden Kreislaufe unterworfen.[1]) Chemische Verbindungen entstehen meist nur, wenn sich die Stoffe innig berühren. — Um einen chemischen Vorgang hervorzurufen, muß oft eine bestimmte Wärmemenge zugeführt werden; der Vorgang verläuft aber dann von selbst und läßt Wärme entstehen. (Verbrennung!) — Es gibt Körper, in denen ein großer und solche, in denen ein geringer Vorrat von Energie aufgespeichert ist. — Energie ist die Fähigkeit, Arbeit zu leisten. — Alle chemischen Vorgänge gehen bei gewöhnlicher Temperatur vor sich; sie verlaufen aber sehr langsam, während zugeführte Wärme meist zur Beschleunigung beiträgt. (Reaktionsgeschwindigkeit!) usw. usw.[2]) Bei geschickter Entwicklung halten wir sie für das letzte Schuljahr nicht für zu schwierig, vor allem dann nicht, wenn schon auf den Unterstufen jede Gelegenheit, die sich dem Anschluß chemischer Belehrungen bietet, sorgfältig ausgenutzt wurde. Sie stellen an die Denkkraft des Schülers kaum größere Anforderungen, als sehr viele physikalische Naturgesetze, wobei allerdings darauf hingewiesen werden muß, daß kein Gesetz eher erwähnt werden soll, als nicht mindestens eine Tatsache, die es zur Anschauung bringt, im Unterrichte aufgetreten ist.

W. Ostwald verurteilt diesen methodischen Fehler aufs strengste[3]) und betont besonders, daß der Lehrer der irrtümlichen Vorstellung vorbeugen müsse, als seien die Naturgesetze dazu da, die Erscheinungen zu regeln, während sie doch nur über sie berichten.[4])

---

1) „Der Mann hat andere Aufgaben, als die Vergangenheit in sich wieder aufleben zu lassen, ihn fordert die Gegenwart mit allem, was seitdem geworden, und er muß gerüstet eintreten in das, was für ihn Gegenwart bedeutet. Schon in das Kind muß dafür der Keim gepflanzt und ihm gezeigt werden, daß Stoff und Arbeit praktisch unschaffbar und unzerstörbar sind, gezeigt, wie Arbeit und Umsatz in Beziehung steht, wie Arbeit aufgespeichert werden kann und wie ein Gleichgewicht zwischen verschiedenen wirkenden Kräften entsteht und sich ändert.“ Julius Wagner, „Über den Anfangsunterricht in der Chemie,“ S. 36.

2) Arendt stellt unter anderem auch solche allgemeine Sätze als Ergebnisse der Jahresarbeit auf jeder Unterrichtsstufe zusammen. Siehe: „Technik der Experimentalchemie“.

3) Siehe die Bücherbesprechungen in der „Zeitschrift für physikalische Chemie“.

4) „Schule der Chemie“, Seite 44 und 150. „Ein Naturgesetz sagt aus, wie gewisse Dinge sich unter bestimmten Umständen verhalten.“ „Die Naturgesetze sagen uns ja, was wir zu erwarten haben, wenn bestimmte Umstände vorhanden sind. Nun umfaßt ein Gesetz niemals alle diese Umstände gleichzeitig, sondern nur einen oder einige von

2. Theorie und Hypothese.

Die wissenschaftliche Chemie hat die Aufgabe, die experimentell gewonnenen Tatsachen theoretisch zu verarbeiten. Während das Gesetz als letzte Abstraktion aus gemachten Erfahrungen anzusehen ist und in allen seinen Teilen durch experimentelle Prüfung als vollgültig bewiesen werden kann, nimmt der Wert der Theorie und Hypothese mit „der Zahl und Sicherheit der geprüften Bestandteile gegenüber der der ungeprüften oder unprüfbaren" stufenweise ab, und bei der metaphysischen Hypothese, zu welcher die Lehre von den Atomen und Molekülen zu rechnen ist, ist die Möglichkeit einer Prüfung völlig ausgeschlossen.[1]) Wenn nun schon die Wissenschaft sich bestrebt, den verschiedenen Wert von Gesetz, Theorie und Hypothese scharf hervortreten zu lassen, so muß dies in verstärktem Maße auch die Aufgabe des Schulunterrichts sein, der vor allem das zu berücksichtigen hat, was die Wissenschaft als gegenwärtig allgemein anerkannte Wahrheit festgelegt hat. Es erhebt sich deshalb die Frage: Welche Stellung nimmt der chemische Elementarunterricht zu Theorie und Hypothese ein? Zunächst sei darauf hingewiesen, daß der physikalische Unterricht von beiden häufiger Gebrauch macht als der chemische. Die meisten Methodiker haben sich aber gegen die Anwendung der Hypothese im Physikunterrichte der Volksschule, als die Fassungskraft der Schüler übersteigend, ausgesprochen. Für die Chemie kommt vorzugsweise nur die Atomhypothese in Betracht. Wer nicht gänzlich auf sie verzichten will, muß ihr Wesen und ihren Wert ausdrücklich hervorheben, wie es Ostwald in seiner „Schule der Chemie" (S. 40) so trefflich zeigt. Außerdem darf sie nicht zur Gewinnung der stöchiometrischen Gesetze, sondern höchstens zur nachträglichen Beleuchtung derselben dienen, wie wir schon bei Besprechung der Bertheltschen „Chemie" hervorhoben. Berthelt legt der Hypothese großen Wert bei. Sie ist ihm ein Zeugnis für die Einbildungskraft und den Scharfsinn des menschlichen Geistes. Mit ihr durchbricht dieser gleichsam den Schleier der Natur, und wenn sie auch nicht als unantastbare Wahrheit hingestellt werden soll, ist sie doch ein treffliches Hilfsmittel zur Erfassung einer Wissenschaft. In der Chemie sei vor allem die Atomhypothese eine vortreffliche Führerin.[2])

Den von der Wissenschaft zu erarbeitenden Hypothesen, die meist eine große Menge von Erscheinungen zu erklären suchen, stehen die vom Schüler vor jedem Versuche selbst aufgestellten Vermutungen gegenüber, die sich nur auf einen einzelnen Fall beziehen. Gerade so verhält es sich mit der Theorie. Das Kind soll versuchen, selbst Er-

---

ihnen. Um also genau zu wissen, was dann schließlich wirklich kommen wird, müssen wir für alle vorhandenen Umstände die Gesetze wissen, so daß alle Unbestimmtheiten wegfallen und nur noch eine Möglichkeit vorhanden ist. Das ist dann, was wirklich eintreten wird."

1) „Grundzüge der chemischen Didaktik" von Wolfrum, S. 5.

2) Vergl. Allgemeine Deutsche Lehrerzeitung 1851. „Die Atomhypothese."

klärungen zu geben, also selbst Theorien für einzelne Vorgänge aufstellen. In manchen Lehrbüchern nimmt der Lehrer dem Schüler fälschlicherweise diese geistbildende Arbeit ab. So erklärt Schlichting[1]) seinen Schülern die Einwirkung von Schwefelsäure auf Eisen auf folgendeweise: „Die im Wasser befindliche Schwefelsäure SO_3 ist, wie ihr Name sagt, eine Säure, und zwar eine sehr starke, d. h. die mit großer Kraft sich einer Base zu bemächtigen sucht. Im Glase ist keine Basis vorhanden, aber das Eisen, Fe, kann eine werden, wenn 28 Gewichtsteile Eisen sich mit 8 Gewichtsteilen Sauerstoff zu FeO, Eisenoxydul, verbinden. Die Kraft der Schwefelsäure ist so groß, daß sie das Eisen antreibt, sich den nötigen Sauerstoff zu verschaffen, um sich sofort als Basis FeO mit Schwefelsäure zu verbinden usw." Ebenso geht Schlichting auf die Theorie vieler anderer und zum Teil noch viel schwerer zu erklärender Vorgänge ein (z. B. $3\,Cu + 8\,HNO_3 = 3\,Cu(NO_3)_2 + 2\,NO + 4\,H_2O$). Für die Volksschule kommen nur die allereinfachsten theoretischen Ausführungen in Betracht. Wird auf schwierigere Dinge, wie z. B. den Vorgang der elektrolytischen Dissoziation, die zur Erklärung der Elemente und Akkumulatoren und der Galvanoplastik sich nötig macht, näher eingegangen, so muß man durch drastische Vergleiche der fehlenden Anschauung zu Hilfe kommen. (Die Ionen z. B. können mit kleinen Schiffen verglichen werden.) Der Lehrer soll sich dessen immer bewußt bleiben, daß dem Schüler kein seiner Fassungskraft entsprechend umgearbeitetes System der Chemie geboten werden soll, sondern daß es nur auf ein Verständnis der gewöhnlichsten chemischen Vorgänge und Gesetzmäßigkeiten abgesehen ist.

3. Zeichenschrift und Terminologie.

Die letzte unserer methodischen Fragen bezieht sich auf den Wert und die Verwendung der chemischen Formel und Terminologie im Volksschulunterrichte.

Berthelts „Schule der Chemie", das erste Lehrbuch für die Volksschule, macht Gebrauch von der chemischen Zeichenschrift. Berthelt hält sie wie die Hypothese für ein interessantes Bildungsmittel des jugendlichen Geistes. Sie sei leicht verständlich, ermahne zur Kürze im Ausdruck, die der Chemiker der Liebe zur Natur, dem Werke der göttlichen Weisheit, verdanke. „Was soll der chemischen Zeichensprache weiter Schwieriges anhaften?" fragt er den Leser. Die Symbole für die einzelnen Elemente sind leicht zu merken; sollen sie eine chemische Verbindung bezeichnen, so werden sie einfach nebeneinander gestellt und, wenn in mehrfacher Gewichtsmenge vorkommend, mit den entsprechenden Zahlen versehen. Diese Art der Bezeichnung gibt mir neben der Qualität auch die Quantität der Elemente an, die einen zusammengesetzten Körper bilden. An dem folgenden Beispiele sucht er den Lehrer vom Nutzen der Formel zu überzeugen: „Mancher hat

1) Seite 39.

z. B. schon das Wort Phosphorsäure gehört, ohne dadurch etwas Näheres über die Phosphorsäure zu erfahren. Liest man dagegen die chemische Bezeichnung PO_5,[1]) so weiß man augenblicklich, daß die Phosphorsäure aus 392 Gewichtsteilen Phosphor und $5 \cdot 100$ Gewichtsteilen Sauerstoff besteht. In einem Lot Phosphorsäure befindet sich demnach ziemlich genau $^4/_9$ Lot Phosphor und $^5/_9$ Lot Sauerstoff. Wem sollte es hiernach nicht einleuchten, daß die chemischen Bezeichnungen von großem Werte sind?" — Die Entwicklung der stöchiometrischen Gesetze und ihre nähere Begründung durch die hypothetische Annahme der Atomgewichte ist der Anwendung von Formeln vorausgegangen. Zur Veranschaulichung derselben und einfacher chemischer Gleichungen (selbst aus der organischen Chemie) bedient er sich weißer, schwarzer und schraffierter Kreisflächen, einer Darstellungsweise, die Daltons erster Publikation über Atomgewichte entlehnt ist. Der Vorgang der Zuckergärung: $C_6H_{12}O_6 = 2\,C_2H_5OH + 2\,CO_2$ findet z. B. bei ihm folgende bildliche Darstellung:

Hierzu sei erklärend bemerkt: $H = 1$, $O = 8$, Wasser $= HO$, $C = 6$, Traubenzucker $= C_6H_6O_6 = C_4H_6O_2 + 2\,CO_2$.

Nur wenn an der Atom- und Molekularhypothese festgehalten wird, kann von diesem Anschauungsmittel Gebrauch gemacht werden. Diesterweg hat scheinbar nichts gegen die Verwendung der Formel im chemischen Unterrichte der Volksschule einzuwenden gehabt. Wir schließen dies einmal daraus, daß er sie in der Formenlehre zu halten sucht[2]) und zweitens aus dem Umstande, daß er nicht nur das Bertheltsche Werk, sondern auch ganz besonders Schlichtings „Chemische Versuche" warm empfiehlt, ein Buch, in dem der Formel ein Wert beigelegt wird, wie sonst nirgends in der Geschichte der Methodik. So sagt Schlichting beispielsweise: „Was die chemische Schrift betrifft, so muß ich hier[3]) die Bitte aussprechen, dieselbe im Verlauf der Übungen

1) $O = 8$, oder auf $O = 100$ bezogen: $P = 392$.

2) „Manche finden es verwerflich, dem Elementarschüler abstrakte Formeln zu geben. Wenn wir aber schon dem kleinen Rechenschüler zumuten dürfen, sich unter dem sonderbaren Zeichen „9" eine Menge von neun Einheiten zu denken, so ist nicht einzusehen, warum ein Schüler auf höherer Stufe sich z. B. unter r nicht die Maßzahl eines Kreishalbmessers und unter π nicht die Zahl 3,14 soll vorstellen und die bekannte Regel für die Berechnung der Kreisfläche nicht unter dem Bilde $K = r^2\pi$ soll einprägen können. Eine solche symbolische Darstellung wird nach einer genügend langen Reihe spezieller Fälle selbst von einem jüngeren Schüler leicht gefunden und kommt erfahrungsgemäß nicht bloß dem Gedächtnis zu Hilfe, sondern gewährt auch in jedem einzelnen Falle eine klare Übersicht des bei der Berechnung einzuschlagenden Ganges. Formeln, die der Schüler nicht selbst finden kann, gehören natürlich nicht in die Elementargeometrie." (Diesterwegs Wegweiser.)

3) „Chemische Versuche." Vorwort, S. VIII.

nicht zu vernachlässigen. Wie die Sachen nun einmal liegen, kann man mit Sicherheit behaupten, daß ein Schüler, der vor der kleinen Mühe, die die chemische Schreibweise und die Auflösung der chemischen Formeln erfordert, sich scheut, weder das Interesse noch die Ausdauer mitbringt, noch im Verlaufe des Unterrichts die Klarheit sich verschaffen wird, die ein einigermaßen nennenswerter Erfolg erfordert. Man mache es sich daher von Anfang an zur Regel, über kein chemisches Zeichen und keine chemische Formel hinweg zu gehen, ehe man sie völlig verstanden hat, was an sich ja auch so wenig schwierig ist." An anderer Stelle sagt er ebenfalls, daß der Schüler nicht durch belustigende Experimente, sondern „auf dem strengeren Wege der Formel" zum Verständnis chemischer Werke oder zur eingehenderen Beschäftigung mit einem für ihn praktisch wichtigen Teil der Chemie befähigt werde.[1]) Von der falschen Voraussetzung ausgehend, die Darstellung einer chemischen Verbindung oder eines Vorganges in Formeln setze wohl „Nachdenken aber keine Kenntnisse" voraus und entspreche der „simpelsten Übung im gewöhnlichen Rechnen",[2]) läßt er die Formel schon nach einigen Vorübungen[3]) im Unterrichte auftreten. Jetzt fühlt er sich aber gezwungen, die ganze Theorie der chemischen Schreibweise im Zusammenhange einzuflechten, wobei die vermeintlich nicht notwendigen Vorkenntnisse, die wichtigsten Verbindungsgesetze in dogmatischer Weise dargeboten werden müssen. Dieser Punkt besonders läßt die Bevorzugung der „chemischen Versuche" vor Berthelts „Chemie" in einer bereits erwähnten Kritik Diesterwegs nicht gerechtfertigt erscheinen. Schlichting begnügt sich nicht, seine Schüler nur mit einer chemischen Schreibweise bekannt zu machen, sondern sein Bestreben, das Verständnis chemischer Schriften anzubahnen, veranlaßt ihn auch zur Berücksichtigung einer anderen zu seiner Zeit bereits veralteten Darstellungsweise der Formelbilder, in der der Sauerstoff nicht durch O, sondern durch Punkte und der Schwefel durch Striche über dem Radikal angedeutet wurde. Galt ein Zeichen doppelt, so wurde es durchstrichen. (Phosphorsaurer Kalk: jetzt $Ca_3(PO_4)_2$, früher $3CaO, PO_5$ erhielt die Formel $\dot{C}a_3\dddot{\dot{P}}$; Schwefelkies $FeS_2 = \overline{Fe}$, Eisenoxyd $Fe_2O_3 = \dddot{\dot{F}}\dot{\bar{e}}$). Hand in Hand mit der Darstellung aller Verbindungen und Reaktionen[4]) in Formeln geht bei ihm die

1) „Chemische Versuche." Vorwort, S. VI.

2) „Die Chemie in der Volksschule", S. 13.

3) „Chemische Versuche", S. 1—10: Filtrieren, Dekantieren, Abdampfen, Auflösen, Kristallisieren, Fällung usw.

4) „Die Schießbaumwolle wird dargestellt aus Baumwolle, $C_{12}H_{10}O_{10}$ und $4NO_5 = C_{12}H_{10}N_4O_{30}$, wovon aber $4HO$ zu Wasser zusammentreten, das ihr bei der Bereitung durch Schwefelsäure entzogen wird, so daß die Schießbaumwolle aus $C_{12}H_6N_4O_{26}$ besteht." Er bemerkt dazu ausdrücklich: „Man lasse auch diese Formel nicht ungelöst passieren." Auch ihre Verbrennung soll in einer Formel ausgedrückt werden:

Im Freien: $C_{12}H_6N_4O_{26} = 6HO + 12CO + 4NO_2$

Im geschlossenen Raume: $C_{12}H_6N_4O_{26} = 6HO + 8CO_2 + 4CO + 4N$. (S. 107.)

stöchiometrische Berechnung[1]), die wir nicht nur aus der Volksschule gänzlich verbannen, sondern auch in Mittelschulen auf ein Minimum reduziert sehen möchten, da sie meist rein mechanisch ausgeführt wird und zur Förderung chemischen Denkens absolut nicht beiträgt. Nachzuweisen, ob Schlichting versucht hat, seine Ideen in der Praxis zu erproben, ist uns nicht gelungen.

Demgegenüber sucht die Methodik der Neuzeit die gesamte chemische Zeichenschrift aus dem Unterrichte der Volksschule zu verbannen.[2]) Die gewonnenen Ergebnisse werden in sprachlich korrekten Sätzen ausgedrückt und so eingeprägt, ohne daß man zur letzten, aber auch kürzesten Abstraktion und Darstellung durch Symbole fortschreitet. Die chemische Zeichenschrift findet ein Analogon in der Formel des geometrischen Volksschulunterrichts. Auch hier braucht die anschauliche Entwicklung nur bis zur Abstraktion eines allgemeinen Satzes[3]) fortgeführt zu werden. Die Formel, der Ausdruck desselben in unbenannten Größen, scheint uns in pädagogischer Hinsicht keine Vorteile zu bieten; im Gegenteile, das Kind glaubt vielmehr oft, mit dem bloßen Formelbilde alles erfaßt zu haben, was zu wissen nötig ist, während doch der reale Hintergrund fehlt und der Weg, der zum Ziele führte, nicht wieder gefunden wird. Diese Erwägungen gelten auch für die chemische Formel im Volksschulunterrichte, der nicht den Schüler soweit fördern soll, daß er in chemischen Formelgleichungen denken lernt. Es ist darum wohl besser, wenn man die chemische Zeichenschrift ganz umgeht und selbst eine chemische Verbindung nur in Worten definiert. Eisenoxyd ist demnach die Verbindung von Eisen mit einer bestimmten Menge Sauerstoff, und Rost entsteht, wenn das Eisenoxyd noch Wasser bindet. Während im Kohlenoxyd Kohlenstoff und Sauerstoff im Verhältnis von 12 zu 16 oder 3 zu 4 zusammentreten, verbinden sich in der Kohlensäure beide Elemente in den Gewichtsverhältnissen von 12 : 32 oder 3 : 8. Die letzte Verbindung enthält also auf dieselbe Gewichtsmenge Kohlenstoff die doppelte Menge Sauerstoff wie Kohlenoxyd. Wenn 3 Gewichtsteile Kohlenstoff verbrennen, so geben sie 11 Gewichtsteile Kohlensäure, indem sie sich mit 8 Gewichtsteilen Sauerstoff verbinden. Treten nur 4 Gewichtsteile mit 3 Gewichtsteilen Kohlenstoff zusammen, dann entstehen 7 Gewichtsteile Kohlenoxyd. Andere Methodiker führen die einzelnen Elemente in den Bruchteilen an, in denen sie eine chemische Verbindung zu-

1) Welcher Teil des chlorsauren Kalis ist Sauerstoff? (S. 33.) Welche Grundstoffe und wieviel von jedem sind enthalten in (FeO, SO_3); NO_5; NO_8; PbO; CaO; CO_2; SiO_2; Na Cl; Ag Cl usw.? (S. 30.) Wieviel Sauerstoff ist nötig, um 16 Lot C_2H_4 (jetzt CH_4!) zur Explosion zn bringen? (S. 60.)

2) „Grundzüge des Lehrplans für die mittleren Volksschulen (Bürger- und Bezirksschulen) der Stadt Leipzig" 1901. S. 29:

„Die gesamte chemische Zeichenschrift ist wegzulassen."

3) Etwa: Der Flächeninhalt des Kreises (der Ellipse) ist $3^1/_7$ mal so groß als das Radiusquadrat (Radienrechteck).

sammensetzen. So findet man bei Hummel[1]): Kupferkies besteht aus $^1/_3$ Kupfer, $^1/_3$ Eisen, $^1/_3$ Schwefel.

Mit dem rein gedächtnismäßigen Einprägen dieser Gewichtsverhältnisse ist natürlich für eine rationelle Auffassung der chemischen Vorgänge nichts gewonnen. Es kommt vielmehr darauf an, durch den Versuch zu finden oder zu demonstrieren, daß die eine Verbindung von dem einen Bestandteile mehr enthält als die andere Verbindung und daß beide — was sich gerade bei Kohlenoxyd und Kohlensäure leicht zeigen läßt — meist, je nach den gewählten Versuchsbedingungen, ineinander übergehen können.

Glaubt man in gehobenen Volksschulen die chemische Formel dennoch nicht ganz vernachlässigen zu dürfen, so muß, wie wir bereits erwähnt haben, unbedingt die Entwicklung der stöchiometrischen Grundgesetze, selbstverständlich nicht unter Benutzung der Atomhypothese, sondern auf rein empirischem Wege der Anwendung selbst der einfachsten Formel vorausgegangen sein, wenn nicht durch ihren Gebrauch Verwirrung im kindlichen Denken hervorgerufen werden soll. Der Schüler gelangt zu keiner Klarheit, wenn ihm z. B. einfach gesagt wird: Wir erhitzen jetzt 7 Gewichtsteile Eisenpulver und 4 Gewichtsteile Schwefel. Es ergibt sich daraus ein ganz anderer Körper, der Schwefeleisen heißt und den ihm der Lehrer bildlich als FeS bezeichnet. Warum gerade so und nicht Fe_7S_4? Besonders in den Büchern, die die Ansicht vertreten, das Wichtigste aus der Chemie könne gelegentlich im Anschlusse an die übrigen Unterrichtsfächer gelehrt werden, zeigt sich häufig dieser methodische Fehler. Die Chemie ist eben dann nur eine Dienerin der Mineralogie, Botanik, Zoologie und Menschenkunde, und an eine Behandlung der chemische Lehren auch nach ihren Gesetzmäßigkeiten wird nicht gedacht. Wenn Seyfert[2]) die Zusammensetzung der Kohlensäure, also die Formel CO_2 durch den Satz erklärt: „Es haben sich in der Kohlensäure zwei Raumteile Sauerstoff mit einem Raumteil Kohlenstoff verbunden", so wird der Schüler ganz irre geführt und zu der Annahme verleitet, daß es sich bei der Verbindung der Elemente um Raumteile handele. Es muß folgerichtig[3]) P_2O_5, SO_2, FeO, FeS usw. eine analoge Erklärung finden, und wenn gleich für Raumteil Gewichtsteil oder Teil[4]) schlechtweg gesagt wird, so ist die Erklärung immer noch fehlerhaft; denn es ergibt sich dann als am naheliegendsten die Annahme, daß sich z. B. im Schwefeleisen 1 g Fe mit 1 g S verbunden hätte.

Es soll hiermit nur gezeigt werden, daß sich die Einführung der

1) „Hilfsbuch für den Unterricht in der Naturkunde" von Hummel, S. 495.
2) Seyfert, „Arbeitskunde", S. 41.
3) Seyfert, „Arbeitskunde", S. 42.
4) Seyfert, „Arbeitskunde", S. 61:
„Der Milchzucker ist zusammengesetzt aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff (C, H, O). Und zwar finden sich im kleinsten Tröpfchen, das man sich denken kann, 6 Teile C, 12 Teile H und 6 Teile O."

Formel nur dann pädagogisch rechtfertigen läßt, wenn die erwähnten Vorbedingungen erfüllt sind, andernfalls veranlaßt ihr Gebrauch zu den irrigsten Vorstellungen gerade über die wichtigsten chemischen Lehren. Steht zu ihrer gründlichen Behandlung keine Zeit zur Verfügung — und das wird meist der Fall sein — so soll sie der Schulunterricht gänzlich außer acht lassen.

Damit ist zugleich ein Urteil gefällt über den Wert stöchiometrischer Berechnungen in der Volksschule; denn ihnen werden die Formelbilder zugrunde gelegt. Um zu zeigen, wie sich diejenigen Methodiker, die sie für gut halten, ihre Behandlung denken, wählen wir wiederum ein Beispiel aus Seyferts „Arbeitskunde“,[1]) weil uns hier die Chemie in einer sehr vorteilhaften Verbindung mit Physik entgegentritt und wir gerade in Seyfert einen vorzüglichen Methodiker verehren.

„Roteisenstein: Eisen und Sauerstoff = Fe_2O_3. Um zu berechnen, wieviele Teile (?) Eisen in 100 Teilen (?) Roteisenstein sind, muß man auf die Gewichtsverhältnisse eingehen. Die Elemente werden ihrem Gewichte nach mit dem leichtesten, mit dem Wasserstoffe, verglichen; 1 Atom (d. h. ?) Eisen wiegt 56mal soviel als ein Atom Wasserstoff, 1 Atom Sauerstoff wiegt 16mal soviel. Nun ausrechnen: $2 \cdot 56 = 112$, $3 \cdot 16 = 48$. Das Verhältnis ist $112 : 48$, gekürzt $7 : 3$, d. h. in 100 Gewichtsteilen Roteisen sind 70 Teile Eisen.“ Durch dieses Beispiel soll das Kind in den Stand gesetzt werden, den prozentualen Eisengehalt folgender Verbindungen zu berechnen: Brauneisenstein ($2Fe_2O_3 + 3H_2O$), Magneteisenstein (Fe_3O_4), Eisenspat ($FeCO_3$). Wir halten solche Berechnungen fast für wertlos. Es sind nur schematische Anwendungen der Regeldetri, die von der Mehrzahl der Schüler nicht mit Verständnis, sondern nur rein mechanisch gelöst werden, und der erzielte Gewinn steht zur darauf verwendeten Zeit in keinem günstigen Verhältnis.[2]) Man kann beobachten, daß zu leicht in der Anwendung der Formel das richtige Maß überschritten wird, wenn man ihr einmal eine gewisse Berechtigung im Schulunterrichte zuerkannt hat. Ob der Volksschüler die genaue Zusammensetzung komplizierterer Verbindungen[3]) kennt oder nicht, ist von nebensächlicher Bedeutung. Es wird dadurch dem chemischen Unterrichte eher geschadet als genützt; denn diese Formeln beschweren unnützerweise das Gedächtnis, werden schnell wieder vergessen, weil sie rein gedächtnismäßig erfaßt worden sind, führen zu

1) Seite 146.

2) Auch in höheren Bürgerschulen scheint man hier und da den stöchiometrischen Berechnungen einen zu großen Wert beizulegen. Sicher werden einige dem praktischen Leben entnommene Aufgaben den Unterricht beleben; die Zeit aber ist zum guten Teile verloren, in der die Schüler, mit einer Unmenge prozentualer Berechnungen von Verbindungen und Umsetzungen gelangweilt werden. Nach meinen Erfahrungen im chemischen Laboratorium fallen sie selbst manchem Studierenden der Chemie nicht leicht. Vergl. hierzu: „Stöchiometrische Aufgaben für höhere Bürgerschulen“ von Hermann Freund, Erfurt 1891. 24 Seiten.

3) Seyfert, „Arbeitskunde“, S. 172. Eisenspat, Pottasche, Zinkspat, Eisenvitriol, phosphorsaurer Kalk.

Oberflächlichkeit beim Kinde und können den Lehrer sehr leicht dazu verleiten, chemische Vorgänge nur in abstrakter Weise aus Formeln erschließen zu lassen.

Der Mißbrauch der Formel wird durch Realien- und chemische Repetitionsbücher[1]) erheblich gesteigert. Eine oberflächliche Beschreibung von unzähligen, ohne pädagogische Auswahl aneinander gereihten Verbindungen mit beigegebenen Formeln nach dem Schema: Vorkommen, Eigenschaften, Darstellung und Verwendung veranlaßt zu verständnislosem Auswendiglernen von abstrakten, oft eigenartigen Sätzen[2]) und chemischen Formeln, um bei Repetitionen zu glänzen. Ehe man Rechen-[3]) und Sprachhefte den Händen des Schülers entzieht, müßte man vor allem erst chemische Repetitionshefte verbannen. Denn der Chemie, einem Lehrfache, das in der Volksschule leider noch so wenig beachtet wird, werden durch sie die Wege nicht geebnet, da die Chemie am allerwenigsten eine derartige Behandlung verträgt. Die Freude an der Natur und ihren Vorgängen, die Liebe zum Beobachten und Forschen wird dadurch nach kurzer Zeit ertötet. Das Wissen des Schülers ist kein Natur-, sondern ein Bücherwissen, und es liegt die Gefahr nahe, daß der alte Memoriermechanismus, über den man früher im Religionsunterrichte klagte, sich jetzt seine Heimstätte auf dem Gebiete der Naturkunde sucht. Der chemische Stoff gibt keine Veranlassung dazu, wohl aber die falsche Darbietung desselben und das Überschreiten des gesteckten Zieles.

Chemische Formel und chemische Terminologie decken sich in vielen Beziehungen, und darum treten sie auch im Volksschulunterrichte sehr oft gemeinsam auf. FeO ist Eisenoxydul, $FeO + H_2O = Fe(OH)_2$ ist Eisenoxydulhydrat. Dies ist scheinbar so leicht verständlich und merkt sich gut. Aber die Ausdrücke häufen sich, und die Termini, die noch dazu in der Wissenschaft wechseln, sind dem Anfänger Worte einer neuen Sprache, einer Sprache, die in der Chemie des täglichen Lebens zumeist nicht gesprochen wird. Sie ist für das Kind tot, wird nur mit großer Mühe erlernt, um vergessen zu werden, und das Schlimmste dabei ist, daß mit dem Wortbilde auch zumeist der Wortinhalt verloren geht. Welcher Schüler, und möge er auch einer höheren Bürgerschule angehören, kann den rechten Sinn folgender Termini erfassen und im Leben nutzbringend verwenden: Eisenoxydulhydrat $Fe(OH)_2$, Eisenoxydhydrat $Fe(OH)_3$, Eisenoxyduloxyd (Fe_3O_4) (volkstümlich: Hammerschlag!), Chromoxydhydrat $C(OH)_3$, Kaliumeisencyanür $K_4Fe(CN)_6$, Kaliumeisencyanid $K_3Fe(CN)_6$? Zwischen Eisenoxydul und Eisenoxyd braucht die Schule kaum einen Unterschied zu machen; Rost ist Eisenoxyd und Wasser, Hammerschlag ein Gemisch von Eisenoxyd und noch

1) Schulze, „Resultate des Unterrichts in der Chemie".

2) Schulze, „Resultate —", S. 17: „Der Schwefelkohlenstoff kommt weder frei in der Natur, noch in chemischen Verbindungen, sondern nur im Handel vor."

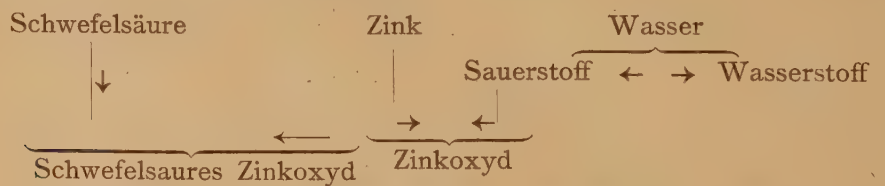
3) In den Schulen Leipzigs.

nicht völlig verbranntem Eisen. Für Kohlendioxyd kann ruhig Kohlensäure, für Kalziumoxyd gebrannter Kalk, für Kalziumhydroxyd gelöschter Kalk oder gebrannter Kalk und Wasser gesagt werden usw. Wie in anderen Unterrichtsfächern, so wollen wir uns auch in der Chemie bestreben, die wissenschaftliche Ausdrucksweise möglichst getreu in eine dem kindlichen Verständnis angemessene Sprache zu übertragen. Wenn wir mit dem neuen Stoff auch noch eine nie gehörte und nie zu verwendende Sprache paaren, dann häufen wir die Schwierigkeiten ohne Not und können es dahin bringen, daß dem Schüler die trefflichen Lehren der Chemie Abscheu und Widerwillen erregen.

Es fragt sich nun, ob es irgend ein Mittel gibt, durch das sich chemische Vorgänge oder auch nur die Zusammensetzungen von einfachen Verbindungen im Schulunterrichte darstellen lassen. Denn es ist natürlich auch in der Chemie von großem pädagogischen Werte, wenn man dem Gedächtnis des Schülers durch schriftliche Fixierung zu Hilfe kommen kann. Es wurde schon darauf hingewiesen, daß es nicht schwer fällt, chemische Vorgänge in Worte zu fassen. Wir finden dieses Bestreben schon in dem ersten chemischen Lehrgang für Schulen von Crüger[1]). Bemerkenswert ist es, daß die neuere Methodik nach manchen Irrungen im Gebrauche der Formel wieder um ungefähr 50 Jahre zurückgeht. Crügers methodische Forderungen waren der Praxis entsprungen, während viele seiner Nachfolger in ihren theoretischen Erörterungen oft das Ziel überschritten.

Crüger entwickelt die stöchiometrischen Gesetze nicht; die Symbole der chemischen Elemente bleiben unerwähnt. Aber er legt großes Gewicht auf die Erläuterung und bildliche Darstellung chemischer Erscheinungen durch schematische Übersichten[2]), die allerdings oft infolge der systematischen Anordnung des Stoffes und wegen ihrer Kompliziertheit trotz eingehendster Erklärung nicht zum vollen Verständnis der Tatsachen führen können.

„Quecksilberoxyd ist mit Sauerstoff verbundenes Quecksilber, Eisenoxyd mit Sauerstoff verbundenes Eisen, Kohlensäure ist ein saures Oxyd.“ Die erste seiner Übersichten zeigt die Entwicklung des Wasserstoffes aus Zink und Schwefelsäure:



Zur Erklärung des Lösungsvorganges eines Metalles in einer Säure dient die beigegebene Erklärung: „Durch das Zink wird mit Hilfe der

1) „Schule der Physik“, S. 448.

2) Siehe auch: Junge, „Beiträge zur Methodik des naturkundlichen Unterrichts“, S. 111 ff. Seyfert, „Arbeitskunde“, S. 98.

Schwefelsäure das Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff zersetzt. In Wasser getaucht, nimmt das Zink demselben eine geringe Menge Sauerstoff und überzieht sich an seiner Oberfläche mit Zinkoxyd, dem aus Sauerstoff sich bildenden Körper. Die Schwefelsäure hat aber eine große Verwandtschaft zum Zinkoxyd, verbindet sich mit demselben und hinterläßt dem Zink eine reine metallische Oberfläche. Mit dieser verbindet sich sofort der Sauerstoff des Wassers und trennt sich vom Wasserstoff, mit dem zusammengesetzt er Wasser bildete. So wird der Wasserstoff durch die stärkere Verwandtschaft des Zinks zum Sauerstoff aus seiner Verbindung gedrängt und wird frei. Die Schwefelsäure erhält dem Zink fortwährend seine metallische Oberfläche, macht es ihm möglich, immer mehr Sauerstoff an sich zu reißen, und bildet selbst mit dem Zinkoxyd ein Salz, schwefelsaures Zinkoxyd."

Die gegenwärtigen wissenschaftlichen Anschauungen haben zur Vereinfachung solcher Übersichten geführt, da die Zwischenstufe der Oxydbildung wegfällt. Benutzen wir Salzsäure, so zeigt sich auch Wasserstoffentwicklung. Der abgedampfte Rückstand ergibt einen Körper, der Zink enthalten muß und in dem das Chlor durch Silbernitrat nachgewiesen wird. Dieser Fällungsversuch muß natürlich bekannt sein oder ist in der Vorbereitung dem Kinde veranschaulicht worden. Der ganze Vorgang wird dann am Schlusse auf folgende Weise zusammengestellt:

Zink + Salzsäure (Chlor + Wasserstoff) → Chlorzink.

Bei Anwendung von Schwefelsäure:

Zink + Schwefelsäure (Schwefel u. Sauerstoff)[1] + Wasserstoff → Schwefelsaures Zink.

Die Verbrennung der Kerzen- oder Lampengase kann durch folgendes Schema dem Gedächtnis eingeprägt werden:

Kohlenwasserstoff + Sauerstoff → Kohlensäure + Wasserstoff + Sauerstoff → Wasser.

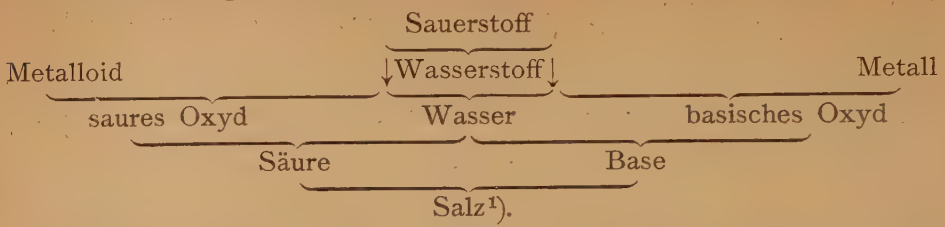
Das chemische Gleichgewicht, das eine so hervorragende Rolle spielt, kann an dem bekanntesten Beispiel gezeigt und in der auch in der Wissenschaft üblichen Weise zur Darstellung gebracht werden.

Wasserdampf + Eisen $\rightleftarrows$ Eisenoxyd + Wasserstoff.

Eine Wiederholung der bei der Verbrennung entstehenden Pro-

1) Das Ion SO_4. Seine Zusammensetzung wird dogmatisch gegeben. Es ist unmöglich und auch gar nicht erwünscht, daß alles heuristisch und experimentell gefunden werde.

dukte drängt zur Aufstellung einer Übersicht hin, der nach der Reaktion Säure und Base aufeinander die Bildung des Salzes hinzugefügt wird. Sie wird sich folgendermaßen gestalten:



Diese Übersichten treten natürlich im Lehrgange der Schule nicht unvermittelt auf; sie müssen vielmehr in allen ihren Stücken sorgfältig vorbereitet sein. Aber nur dann erfüllen sie ihre Aufgabe vollständig, wenn der Schüler angehalten wird, mit ihnen zugleich auch den durch anschauliche Versuche gewonnenen realen Hintergrund zu reproduzieren; und wenn der Lehrer nicht unterläßt, immer und immer wieder auf das früher entwickelte Gesetz der konstanten Gewichtsverhältnisse hinzuweisen, sind sie ein zweckentsprechender Ersatz der Formel im chemischen Unterrichte der Volksschule.

Schluß.

Erst dann wird sich die Chemie in der Volksschule größerer Beachtung erfreuen, wenn die Ausbildung des Lehrers in dieser Wissenschaft eine gründliche und allseitige geworden ist. Die Zahl der chemischen Unterrichtsstunden im Seminare ist gegenwärtig noch zu gering gegenüber der auf die Physik verwandten Zeit. Man würde diesen Übelstand schon dadurch wesentlich heben, wenn Physik und Chemie, dem heutigen Stande dieser Wissenschaften entsprechend, möglichst verbunden gelehrt würden, woraus sich natürlich als erste pädagogische Forderung die ergibt, daß sie in die Hand eines Lehrers gelegt werden müßten, dem auch die Leitung eines physikalisch-chemischen Praktikums mit zu übertragen wäre. In einzelnen Seminarien hat man damit bereits einen Anfang gemacht. Das Experiment ist eben das Charakteristikum des chemischen Unterrichts, und ohne praktische Erfahrung wird der künftige Lehrer selten Chemie in der Volksschule erfolgreich lehren können; gerade sie setzt, methodisch betrieben, eine gewisse Gewandtheit im Experimentieren voraus, und ein geschicktes Experi-

1) Auf die gleichzeitige Bildung von Wasser braucht nicht Rücksicht genommen zu werden, da sie sich nicht beobachten läßt und man dadurch zu weit ins Reich der Theorie gerät.

mentieren ist eine Kunst, mindestens aber eine Fertigkeit, die wie alle anderen erst durch Übung erworben werden muß. Nicht nur theoretisch, sondern in praxi soll der zukünftige Lehrer erfahren, daß in Physik und Chemie meist nur der Versuch zur Erkenntnis des Gesetzes führt. Aus der praktisch-physikalischen und -chemischen Arbeit zieht der Seminarist einen ungeheuren Nutzen für seine spätere Lehrtätigkeit. Daneben wird der Unterrichtsstoff wiederholt, befestigt und ergänzt, das angeregte Interesse erhält fortgesetzt neue Nahrung, Beobachtungsgabe und Verstand werden geschärft, die Ausdauer wird erprobt und der Sinn für Ordnung, Gewandtheit und peinlich genaues Arbeiten anerzogen. Denkend und selbst prüfend tritt beim eigenen Experimentieren der jugendliche Geist der Natur und ihren Gesetzen gegenüber. In Anbetracht dieser zahlreichen Vorzüge schreiben die preußischen Bestimmungen für das Seminar- und Präparandenwesen vom 1. Juli 1901 für die erste Seminarklasse planmäßige Übungen im Anstellen von Beobachtungen und Versuchen vor.

Aus den Programmen der Mittelschulen[1]) ist ersichtlich, daß die Notwendigkeit praktisch-chemischer Schülerarbeiten mit nur wenigen Ausnahmen[2]) anerkannt wird; dagegen herrscht noch keine Übereinstimmung über die Auswahl des zu bearbeitenden Stoffes. Es treten uns in diesem Punkte die extremsten Ansichten entgegen.

Die verfügbare Zeit wird auf Wiederholung und Ergänzung der Klassenversuche verwandt; danach läßt man die Schüler qualitative Analyse treiben. In anderen Schulen schaltet man die Klassenversuche aus und bezeichnet die Darstellung chemischer Präparate neben qualitativer Analyse als allein zweckmäßig, weil sie den Schüler chemisch denken lehren. Durch Übungen aus der quantitativen Gewichts- und Maßanalyse will man die Schüler befähigen, ohne sie zu Chemikern ausbilden zu wollen, die in der Natur vorkommenden, durch Kunst, Handel und Gewerbe uns dargebotenen Produkte auf ihre Verunreinigungen und ihren Gehalt zu untersuchen und damit auf ihren Wert sich beziehende Fragen rasch und sicher zu entscheiden. Diese Richtung findet besonders die wichtigeren volumetrischen Bestimmungsmethoden für die praktischen Schülerarbeiten sehr geeignet. Andere Lehrer wollen sogar bis zur gewichtsanalytischen Bestimmung von kieselsauren Verbindungen und zu Verbrennungen ziemlich schwieriger organischer Präparate fortschreiten.

Diese Ziele kommen für den praktisch-chemischen Unterricht im Seminar erst in zweiter Linie in Betracht. Denn während die Schüler der Realschulen und Realgymnasien in die verschiedenen Berufe des

1) Siehe: Literaturverzeichnis.

2) Zu diesen zählt Arendt, der als Vorbedingung erfolgreicher Laboratoriumsarbeit seitens des Schülers eine abgeschlossene theoretische Vorbildung verlangt. Der Schüler soll möglichst das ganze Gebiet der Chemie zu überblicken imstande sein und sicher beherrschen, wenn nicht „das praktische Chemisieren zu einer unnützen, ja nicht selten höchst gefährlichen Spielerei werden soll". („Organisation, Technik" usw. S. 20, 21.)

gewerblichen, technischen und kommerziellen Lebens eintreten oder sich dem Studium der Naturwissenschaften oder mit ihnen im Zusammenhang stehender Fächer zuwenden, in denen die genannten, zumeist der angewandten Chemie zugehörigen Gebiete von großem Nutzen sind, muß der künftige Lehrer verstehen, elementare chemische Lehren in streng methodischer Weise anschaulich zu ent- wickeln.

Darum muß im chemischen Praktikum des Seminars das Hauptgewicht auf sichere und gewandte Ausführung der wichtigsten Schulversuche gelegt werden. Der Unterricht in den gewöhnlichen Lehrstunden findet durch bereits bekannte, aber auch durch neue für den Volksschulunterricht geeignete Schulversuche nicht nur eine gründliche Vertiefung, sondern auch zweckentsprechende Erweiterung. Steht genügend Zeit zur Verfügung, so kann sich der Praktikant auch noch in der Ausführung einiger leichter qualitativer Analysen und der Darstellung einfacher Präparate üben. Dabei wird zugleich die Fertigkeit in der Herstellung einfacher Apparate und Versuchsanordnungen, sowie die Fähigkeit, sich ihrer im Unterrichte in methodischer Weise zu bedienen, durch Anleitung des Lehrers erworben. Physik und Chemie werden nicht getrennt, so daß die Versuche rein chemischer, physikalisch-chemischer oder rein physikalischer Natur sind. Wir halten wöchentlich zwei Stunden in einer der obersten Klassen für den praktischen Unterricht für genügend, jedoch macht es sich nötig, die Klasse in zwei Abteilungen zu unterrichten, weil ein Lehrer eine größere Zahl als 12—15 Schüler nicht genügend beaufsichtigen und anleiten kann.

Professor Senfts Vorschlag[1]), daß sich der Lehrer, um chemisch experimentieren zu lernen, an den Apotheker seines Ortes wenden könne, hat sicher niemals Anklang gefunden und ist besonders in unserer Zeit, in der sich der Lehrerstand so mächtig gehoben hat, erst recht keiner Verwirklichung fähig. Das Seminar muß seine Schüler auf eigene Füße stellen, und wenn dies in Chemie und Physik erreicht werden soll, ist praktische Betätigung unerläßlich.

1) Lauckhards Reform (S. 105), Senft: „Die Chemie in der Volksschule".

Literaturverzeichnis.

I. Schriften allgemein pädagogischen Inhalts.

Barth, Der Begriff Konzentration in der Unterrichtslehre 1895.
Berthelt, Sein Leben und sein Wirken. Herausgegeben vom sächsischen Pestalozziverein 1900.
Diesterwegs Wegweiser zur Bildung deutscher Lehrer, 5. Aufl. 1873.
— ausgewählte Schriften von Langenberg 1877/78.
Kehr, Geschichte der Methodik des deutschen Volksschulunterrichts 1877.
Regener, Allgemeine Unterrichtslehre 1894.
— Besondere Unterrichtslehre 1896.

II. Theoretische Schriften naturwissenschaftlichen und speziell chemischen Inhalts.

Beyer, Die Naturwissenschaften in der Erziehungsschule 1885.
Fischer, Der naturwissenschaftliche Unterricht in England, insbesondere in Physik und Chemie. 1902.
von Freyhold, Vergleichende Untersuchungen über den relativen Wert und auszuwählenden Lehrstoff der naturwissenschaftlichen Schulfächer 1878.
Junge, Beiträge zur Methodik des naturkundlichen Unterrichts 1894.
Sallwürk, Die Arbeitskunde im naturwissenschaftlichen Unterricht. Päd. Mag. 1895, Heft 66.

Arendt, Didaktik und Methodik des Chemieunterrichts 1895.
— Der Anschauungsunterricht in der Naturlehre 1869.
— Gehört Chemie als Unterrichtsgegenstand in die Volksschule? (Jahrb. d. Vereins f. wissensch. Päd. 1883.)
— Über den Unterricht in der Chemie an höheren und niederen Schulen. (Päd. Vorträge und Abhandlungen von A. Werner.)
Binder, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte des chemischen Unterrichts an deutschen Mittelschulen 1903.
Büchel, Über Methodik des chemischen Unterrichts an den höheren Bürgerschulen 1891.
Kuhls, Die Chemie in der Volksschule. (Volksschulenfreund 1860.)
Liebig, Reden und Abhandlungen.
Schlichting, Ist die Chemie in der Volksschule zu lehren? 1860.
Senft, Die Chemie in der Volksschule. (Lauckhards Reform X.)
Stoltenberg, Über den Unterricht in der Chemie in der Volks- und Mittelschule sowie zur Ausbildung des Lehrers 1886.
Wehner, „Die Bedeutung des Experimentes für den Unterricht in der Chemie".
Wilbrand, Über die methodische Gestaltung des chemischen Unterrichts an landwirtschaftlichen Winterschulen 1896.
— Über Ziel und Methode des chemischen Unterrichts 1900.
Wagner, Der Anfangsunterricht in der Chemie 1903.
— Über den chemischen Unterricht an höheren Schulen 1904.
Wolfrum, Grundzüge der chemischen Didaktik 1903.

III. Lehrbücher und Präparationen für den Schulunterricht.

Arendt, Technik der Experimentalchemie.
— Materialien für den Anschauungsunterricht in der Naturlehre.
— Methodischer Lehrgang der Chemie.
Berthelt, Chemie für Volksschulen und zum Selbstunterrichte, 2. Aufl. 1856.
Bräuer, Lehrbuch der anorganischen Chemie 1905.
— Aufgaben aus der Chemie und der physikalischen Chemie 1900.
Busemann, Chemiestunden in der Volksschule 1891.
Büschings Unterricht in der Naturgeschichte 1791.
Crüger, Schule der Physik. 5. Aufl.

Diekmann, Die Naturlehre in katechetischer Gedankenfolge, 2. Aufl. 1838.
Franke, Die Chemie der Küche, 6. Aufl.
Funke, Zweiter Leitfaden zum Schulunterrichte nach Funkes technologischer Naturgeschichte, 4. Aufl. 1813.
— Naturgeschichte für Kinder, 4. Aufl. 1814.
Freund, Stöchiometrische Aufgaben für höhere Bürgerschulen 1891.
Gerlach, Grundlehren der Chemie 1900.
Hoffmanns Unterricht von natürlichen Dingen, 16. Aufl. 1809 von Nicolai.
Hellmuths Volksnaturlehre, 10. Aufl. 1845 von Fischer.
Halenbeck, Lübens Naturgeschichte nach unterrichtlichen Grundsätzen, 11. Aufl. 1887.
Johnston, Die Chemie des täglichen Lebens 1856 (bei Neuse).
Junge, Der Dorfteich als Lebensgemeinschaft, 2. Aufl. 1891.
Kries, Lehrbuch der Physik, 4. Aufl. 1827.
Lüben, Leitfaden zum methodischen Unterricht in der Naturgeschichte, 15. Aufl. 1873.
Loose, Kurzgefaßte Naturgeschichte und Technologie für Schulen und zur Selbstbelehrung 1830.
Melos, Naturlehre für Bürger- und Volksschulen, 2. Aufl. 1822.
Ostwald, Die Schule der Chemie 1903/04.
Partheil und Probst, Naturkunde für Bürgerschulen und gehobene Volksschulen 1895.
Rein, Pickel und Scheller, Die 8 Schuljahre.
Raff, Naturgeschichte für Kinder, 3. Aufl. 1781.
Scheid, Chemisches Experimentierbuch 1904.
Seidel, Ergebnisse und Präparationen für den Unterricht in der Naturgeschichte.
Stöckhardt, Die Schule der Chemie, 19. Aufl. 1881.
Seyfert, Die Arbeitskunde in der Volksschule und allgemeinen Fortbildungsschule 1895.
Schlichting, Chemische Versuche einfachster Art 1862.
Schubert, Lehrbuch der Naturgeschichte für den ersten Unterricht 1823.
Schödler, Die Chemie der Gegenwart 1854.
Schulze, Resultate des Unterrichts in der Chemie 1890.
Twiehausen, Naturgeschichte, 5 Teile 1895.
Trommsdorff, Grundriß der Physik als Vorbereitung zum Studium der Chemie 1817.
Wilbrand, Grundzüge der Chemie, 3. Aufl. 1902.
— Leitfaden für den methodischen Unterricht in der Chemie.
Unbek. Verfasser, Kurzgefaßte Technologie der Gewerbe und Künste, 2. Aufl. 1835.
Lesebücher, siehe u. a. Anmerkung S. 4.

IV. Lehrpläne, Zeitschriften, gesetzliche Bestimmungen, Programme.

Unterrichtsplan der Elementarschule zu Mörs, 1829 von Diesterweg.
Schulverbesserungsplan für Landschulen, 1823 von Dinter.
Einrichtungs- und Lehrplan für Dorfschulen, 1870 von Goltzsch.
Lehrpläne für die 1. und 2. Bürgerschule der Stadt Merseburg, 1850.
Lehrplan für die Landschulen des Bremischen Gebietes, 1861, beide von Lüben.
Neuzeitliche Lehrpläne: u. a. die von Leipzig, Dresden, Chemnitz, Berlin.
Codex der sächsischen Elementarvolksschule von Florey, 1859.
Lehrplan für die einfachen Volksschulen des Königreichs Sachsen vom 5. November 1878 von Kockel.
„Natur und Schule". Die preußischen Bestimmungen für das Präparanden- und Seminarwesen vom 1. Juli 1901 und der Unterricht in der Mineralogie von Peters.
Der praktische Schulmann, 1859.
Zeitschrift für physikalischen und chemischen Unterricht, X.
Unterrichtsblätter für Mathematik und Naturwissenschaft, 1904, N. 30.
Zeitschrift für physikalische Chemie. Bücherschau und -beurteilung.
2. Jahrbuch des sächsischen Seminarlehrervereins, 1894/95.
Programme der Realschulen und Oberrealschulen zu Neustadt-Dresden 1879, Hamburg 1894, Wien (1. Gemeindebezirk) 1887/88, Wien (Vorstadt Landstraße) 1853/54 und 1854/55, Linz 1853/54, Breslau 1869, Alzey 1872, Sprottau 1872/73, Siegen 1872/73.

Lebenslauf.

Als Sohn des Handschuhfabrikanten Friedrich Louis Böttger wurde ich, Arno Rudolf Böttger, evangelisch-lutherischen Bekenntnisses, am 15. März 1879 zu Burgstädt geboren. Der gesetzlichen Schulpflicht genügte ich durch den Besuch der mittleren Volksschule meiner Vaterstadt und wurde dann von Ostern 1893—99 auf dem Seminare zu Zschopau für den Lehrerberuf ausgebildet. Als Hilfslehrer an der Bürgerschule zu Zschopau erlangte ich mit der Wahlfähigkeitsprüfung im Herbste 1901 die Berechtigung zum Studium an der Universität Leipzig.

Ostern 1902 ließ ich mich immatrikulieren, um neben Pädagogik besonders Chemie, Physik und Mathematik zu studieren.

Zur Unterstützung des Herrn Professor Dr. Wagner war ich im Wintersemester 1903 und Sommersemester 1904 als Assistent am chemischen Lehrerpraktikum der Universität tätig.

Gegenwärtig leite ich die Privatschule zu Penig.

Ich hörte Vorlesungen bei den Herren Professoren und Dozenten Beckmann, Brahn, Correns, Engel, Heinze, Ley, Liebmann, Marx, Neumann, Ostwald, Rassow, Volkelt, Wagner, Wiener, Wislicenus und Wundt. Außerdem besuchte ich 2 Semester das chemische, 3 Semester das physikalische Praktikum und 5 Semester das philosophisch-pädagogische Seminar des Herrn Professor Volkelt.

Allen meinen Herren Lehrern, ganz besonders aber dem Herrn Professor Wagner bin ich zu bleibendem Danke verpflichtet.